



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **313679**

(13) B1

(51) Int Cl<sup>7</sup> H 01 L 21/00

## Patentstyret

(21) Søknadsnr	20011330	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	2001.03.15	(85) Videreføringssdag	
(24) Løpedag	2001.03.15	(30) Prioritet	2000.03.15. NO. 20001360
(41) Alm. tilgj.	2001.09.17		
(45) Meddeilt dato	2002.11.11		

(71) Patenthaver	Thin Film Electronics ASA, Postboks 1872 Vika, 0124 Oslo, NO
(72) Oppfinner	Per-Erik Nordal, 1387 Asker, NO Hans Gude Gudesen, B-1000 Brussel, BE Geirr I Leistad, 1337 Sandvika, NO Göran Gustafsson, S-582 16 Linköping, SE
(74) Fullmektig	Geirr I Leistad - Thin Film Electronics ASA, 0124 Oslo

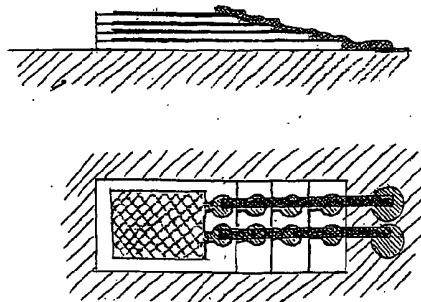
(54) **Benevnelse**                    **Vertikale elektriske forbindelser i en stabel**

(56) **Anførte publikasjoner**    A REVIEW OF 3-D PACKAGING TECHNOLOGY (IEEE FEB-98)  
US 6004825

(57) **Sammendrag**

I en minne- og/eller databehandlingsinnretning med minst to stablede lag som er båret av et substrat eller danner en selvberende sandwichstruktur, hvor lagene omfatter minne- og/eller prosesseringskretser med innbyrdes forbindelser mellom lagene og/eller til kretser i substratet, er lagene innbyrdes anordnet slik at de sammenhengende lag danner en trappetrinnstruktur på minst én kant av innretningen, og minst én elektrisk kantleder er anordnet og går over kanten på ett lag og ned ett trinn av gangen, slik at den kan kobles til en elektrisk leder i hvilket som helst lag i stabelen.

En fremgangsmåte til fremstilling av en innretning av denne art omfatter trinn for å suksessivt tilføye lagene, ett lag av gangen, slik at lagene danner en trappetrinnstruktur og for å anordnet minst en elektrisk kontaktpute på ett eller flere lag for forbindelse med en eller flere kantkontakter mellom lagene.



Oppfinnelsen angår en minne- og/eller databehandlingsinnretning som omfatter minst to lag anordnet i stabel, hvor stabelen enten danner en selv bærende struktur eller alternativt er anordnet på et substrat, og hvor stabelen omfatter en i minst én retning avtrappet struktur, slik at trinn i den avtrappede struktur  
5 dannes av blottlagte partier av de enkelte lag i stabelen og med en trinnhøyde svarende til tykkelsen av de respektive lag.

Moderne elektroniske mikrokretser er typisk bygget opp lag for lag på silisiumbrikker i en serie av prosesstrinn hvor isolerende lag adskiller lag som inneholder metalliske og isolerende og halvledende materialer som mønstres og  
10 behandles med forskjellige avsetnings- og etseteknikker. I ett med de resulterende arkitekturer anordnes elektriske forbindelser mellom komponenter og underkretser som er plassert i substratet og i lagene på toppen av substratet. Disse forbindelsene, betegnet viaer, forekommer typisk i form av metalliske stolper eller tråder som går gjennom ett eller flere lag i det mellomliggende  
15 materiale som adskiller komponentene som skal forbindes. Slike viaer blir enten fremstilt under den lagdannende prosess eller de innsettes gjennom allerede eksisterende lag ved å danne kanaler gjennom lagene (f.eks. ved etsing), etterfulgt av fylling av metallplugg i kanalene.

Silisiumbrikker i henhold til teknikkens stand kan innbefatte 20-30 masketrinn  
20 og antallet separate lag som inneholder mønstrede ledere mellom sjiktene og som skaffer direkte eller indirekte forbindelse til en via utgjør typisk 3-5. Hver via krever en viss mengde areal tilordnet i hvert lag som gjennomløpes eller forbindes. I tillegg til metalltverrsnittet i selve viaen, må det også tilordnes en buffersone enten som isolerer viaen fra tilstøtende kretser som ikke skal befinne  
25 seg i umiddelbar kontakt med viaen og det må tas hensyn til den endelige presisjon hvormed mønstringen i hvert lag kan gjøres såvel som registreringsnøyaktigheten til mønstringsmaskene.

I artikkelen "A review of 3-D Packaging Technology" av S.F. Al-sarawi, D. Abbott og P.D. Franzon, *IEEE Transactions on components, packaging, and  
30 manufacturing technology*, del B, bind 21, nr. 1 (feb. 1998) er det gitt en oversikt over teknikkens stand med hensyn til tredimensjonal pakketeknologi beregnet på storskalaintegrasjon. Her er det flere steder vist til hvordan stabler med integrerte kretsrikker kan forbindes elektrisk innbyrdes, blant annet med bruk av vertikale viaer og strømløp anordnet på sideflatene av  
35 kretsrikkestabler, samt bruk av båndetråder for å forbinde henholdsvis mor- og datterbrikke hvor datterbrikken er anordnet stablet på morbrikken, slik at den blottlagte overflate av morbrikken utgjør et trinn i stabelen. I dette tilfelle er det benyttet båndetråder som er mekanisk festet til kontaktpunkter på brikkene.

Rent generelt er det forøvrig i norsk patent nr. 308 149 og i norsk patentsøknad nr. 19995975 vist minne- og databehandlingsinnretninger hvor de enkelte lag i stabelen hovedsakelig er utført med undersjikt av tynnfilmene i organisk materiale og hvor ledere på tynnfilmene i de enkelte lag er ført til elektriske kantforbindelser på siden av lagene. I norsk patentsøknad nr. 19995975 kan i tillegg forbindelsen mellom lagene også være dannet ved viaer, som i prinsippet vil være utført som ledende strukturer i det samme materiale som inngår i tynnfilmene og derfor utgjør en integrert del av disse, og det er dessuten vist et konsept kalt "avtrappede viaer" hvor de enkelte lag i en slik stabel er anordnet innbyrdes avtrappet og lagene i stabelen forbundet elektrisk innbyrdes eller til et underliggende substrat ved at det er benyttet såkalte avtrappede viaer over det avtrappede parti. Hverken i norsk patent nr. 308 149 eller i norsk patentsøknad nr. 19995975 er det imidlertid gitt en anvisning på hvordan de omtalte kantforbindelser realiseres i en fysisk og praktisk utførelse.

Den ovenfor omtalte kjente teknikk har generelt vist seg å være utilstrekkelig for innretninger anordnet på silisiumsubstrater som omtalt ovenfor, hvor antallet lag og viaer er lavt og hvor litografi med ultrahøy presisjon utgjør en integrert del av fremstillingsprosessen for brikken. Imidlertid representerer viaer en vesentlig kompliserende trekk i den samlede fremstillingsprosess med konsekvenser for utbytte og kostnader. Det er videre forventet at helt nye typer av komponentarkitekturer og fremstillingmetoder for elektroniske databehandlings- og lagringinnretninger vil dukke opp i løpet av de kommende år og utgjøre alvorlige utfordrere for store markedssegmenter. Et vanlig trekk for slike nye arkitekturer vil være at de innbefatter tynnfilmelektronikk i tette stabler som rommer et meget stort antall lag eller sjikt. I mange tilfeller vil disse innretninger kunne fremstilles i høyvolumteknologier, f.eks. i løpende bane og med bruk av tynne polymersubstrater. I denne sammenheng vil tradisjonelle teknologier for forbindelser over viaer vise seg totalt utilstrekkelig, både teknisk såvel som med hensyn til kostnader.

Det er en vesentlig hensikt med den foreliggende oppfinnelse å skaffe fremgangsmåter og tekniske løsninger hvorved elektriske sammenkoblinger kan dannes mellom lag og/eller mellom lag og et underliggende substrat i minne- og/eller prosesseringsinnretninger som innbefatter en stabel som inneholder to eller flere ark- eller filmlignende funksjonelle komponenter som helt eller delvis overlapper hverandre.

Det er også en hensikt med den foreliggende oppfinnelse å skaffe slike fremgangsmåter og tekniske løsninger som kan implementeres i tilfeller hvor

antall slike ark- eller filmlignende funksjonelle komponenter er meget stort, typisk mer enn 5-10.

5 Det er en ytterligere hensikt med den foreliggende oppfinnelse å skaffe slike fremgangsmåter og tekniske løsninger som kan implementeres i tilfeller hvor de ark- eller filmlignede funksjonelle komponenter er fremstilt og innretningen montert med høyteknologi som gir høyt volum til lav kostnad.

10 De ovennevnte hensikter og ytterligere trekk og fordeler realiseres i henhold til oppfinnelsen med en innretning som er kjennetegnet ved at det på hvert trinn i den avtrappede struktur er anordnet ett eller flere kontaktseter i elektrisk forbindelse med minne- og/eller prosesseringskretser i det angjeldende lag, og at det på og over trinnet i hvert lag er anordnet én eller flere elektriske kantforbindelser i form av på trinnet og over kanten mellom trinnene i hvert lag elektrisk ledende strukturer avsatt på lagenes overflate, idet de elektriske kantforbindelser kontakterer ett eller flere kontaktseter i lagene og skaffer 15 elektrisk forbindelse mellom lagene innbyrdes og mellom lagene og kontaktseter anordnet på et eventuelt substrat.

20 I innretningen i henhold til oppfinnelsen er det ansett som fordelaktig at to eller flere kontaktseter i ett eller flere lag er innbyrdes forbundet av elektrisk ledende strukturer anordnet på trinnet i det angjeldende lag. Videre er det i innretningen i henhold til oppfinnelsen ansett som fordelaktig at de elektriske kantforbindelser er anordnet som sammenhengende strømløp mellom kontaktseter i minst tre påfølgende lag i stabelen eller mellom kontaktseter i minst to tilstøtende lag i stabelen og et eventuelt substrat tilstøtende ett av disse lagene og/eller at de elektriske kantforbindelser er anordnet som et lappet 25 ("patchet") strømløp mellom to tilstøtende lag i stabelen eller mellom et eventuelt substrat og det til substratet tilstøtende lag.

Fortrinnsvis utgjør i innretningen i henhold til oppfinnelsen stabelen i det minste en del av en trinnpyramidelignende struktur, slik at lagene har forskjellig areal.

30 I en fordelaktig utførelse av innretningen i henhold til oppfinnelsen er de enkelte lag i stabelen innbyrdes forskjøvet, slik at den avtrappede struktur omfatter minst ett avtrappet parti hvor trinnene utgjør et blottlagt parti av en overside av respektive lag i stabelen og minst ett avtrappet parti hvor trinnene utgjør en underside av respektive lag i stabelen, idet ett eller flere kontaktseter 35 på hvert trinn i hvert tilfelle er elektrisk forbundet med ledende strukturer henholdsvis anordnet på motstående overflater av lagene.

I en annen fordelaktig utførelse av innretningen i henhold til oppfinnelsen, hvor stabelen er anordnet på et substrat, utgjør stabelen i det minste en del av en omvendt trinnpyramidelignende struktur, slik at arealet av hvert lag øker med avstanden fra substratet, og at overliggende lag er ført over kanten av

5 underliggende lag og til anlegg mot substratet, idet overliggende lag er dannet med ett eller flere avtrappede partier, hvorved antall trinn i det eller de avtrappede partier i et lag svarer til det antall lag som befinner seg under dette, og fortrinnsvis er det i den forbindelse i substratet anordnet ett eller flere kontaktseter hvor lagene kommer til anlegg mot substratet.

10 Endelig er det i innretningen i henhold til oppfinnelsen ansett som fordelaktig at sidekanten av hvert lag mellom trinnene er avrundet eller danner en skrå flate.

Ovennevnte hensikter og ytterligere trekk og fordeler realiseres også i henhold til oppfinnelsen med en fremgangsmåte som er kjenntegnet ved å tilføye hvert lag i stabelen i separate, påfølgende trinn, å anordne hvert påfølgende lag i

15 stabelen med et areal forskjellig i forhold til det foregående tilstøtende lag eller forskjøvet i forhold til dette, slik at stabelen dannes med den minst i den ene retning avtrappede struktur, idet trinn i den avtrappede struktur dannes av blottlagte partier i de anordnede lag, å avsette strukturer av ledende materiale på trinnene i hvert lag, slik at det dannes ett eller flere strømløp og ett eller flere

20 kontaktseter på hvert lag, og å avsette kontinuerlig og/eller lappede ("patchede") elektrisk ledende strukturer som danner elektriske kantforbindelser mellom kontaktsetene på to eller flere lag og/eller mellom kontaktsetene på ett eller flere lag og substratet.

I fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen er det ansett fordelaktig å avsette

25 lagene slik at stabelen utgjør i det minste en del av en trinnpyramidelignende struktur, eller å avsette lagene slik at stabelen utgjør i det minste en del av en omvendt trinnpyramidelignende struktur, idet overliggende lag er avsatt over kanten av underliggende lag og til anlegg mot substratet, hvorved overliggende lag dannes med ett eller flere avtrappede partier hvor antall trinn i det eller de

30 avtrappede partier i et lag svarer til det antall lag som befinner seg under dette.

I det sistnevnte tilfelle anordnes fortrinnsvis ett eller flere kontaktseter i substratet hvor lagene kommer til anlegg mot substratet.

Endelig er det i fremgangsmåten i henhold til den foreliggende oppfinnelse ansett som fordelaktig å danne de elektriske kantforbindelser i en prosess valgt

35 blant en av de følgende, nemlig litografi, tørretsing, blekkstråletrykking,

silketrykking, myklitografi, elektrolyse, elektrostatisk avsetning eller in situ omdannelse.

I det følgende vil oppfinnelsen beskrives mer detaljert med drøftelse av utførelseseksempler og med henvisning til den ledsagende tegning, hvor

- 5 fig. 1a viser et oppriss av en første generisk innretning i henhold til den foreliggende oppfinnelse,
- fig. 1b et grunnriss av en første utførelse av innretningen på fig. 1a,
- fig. 1c et grunnriss av en annen utførelse av innretningen på fig. 1a,
- fig. 2 et grunnriss av en tredje utførelse av innretningen på fig. 1a,
- 10 fig. 3 et grunnriss av en fjerde utførelse av innretningen på fig. 1a,
- fig. 4a-c analoge utførelser av innretningen på fig. 1a uten bruk av substrat,
- fig. 4d et oppriss av en variant av utførelsene på fig. 4a-c, men med mulighet for aksessering fra begge sider,
- fig. 5a-e et første eksempel på fabrikasjonstrinn for å danne en innretning av den art som er vist på fig. 1a,
- 15 fig. 6a-d et annet eksempel på fabrikasjonstrinn for å danne en innretning av den art som er vist på fig. 1a,
- fig. 7 et oppriss av en annen generisk innretning i henhold til den foreliggende oppfinnelse,
- 20 fig. 8a-g et eksempel på fabrikasjonstrinn for å danne en innretning av den art som er vist på fig. 7,
- fig. 9a geometriske forhold ved mønstring av elektriske kantforbindelser på innretningen i henhold til fig. 1a,
- fig. 9b geometriske forhold ved mønstring av elektriske kantforbindelser på innretningen på fig. 7,
- 25 fig. 10 viser skjematisk anordningen av elektrodene i en passiv, matriseadresserbar innretning i henhold til kjent teknikk, og
- fig. 11a-m viser eksempler på fabrikasjonstrinn for å danne en stablet matriseadresserbar minneinnretning som bygger på innretningen i henhold til den foreliggende oppfinnelse.
- 30

Før det gis en mer inngående omtale og drøftelse av eksempler på utførelser av innretningen i henhold til oppfinnelsen, skal det gis en kort redegjørelse for den generelle bakgrunn for oppfinnelsen.

- Etterhvert som tynnfilmbaserte, aktive kretser som benytter uorganiske materialer, oligomerer eller polymerer, blir vanlige i kommersiell elektronikk, er det forventet at stablede innretninger med "smarte" lag, dvs. lag som har individuelle prosesseringsmuligheter skal bli allstedsnærværende. I tillegg til å øke de iboende mulighetene som stablingskonseptet medfører, innebærer dette at kantforbindelser av busstypen kan føre meldinger som distribueres globalt over stabelen og tas opp selektivt av de lagene de er tiltenkt. På den annen side vil sammenkoblingskonseptene i henhold til den foreliggende oppfinnelse innebære stabler som inneholder ark eller lag uten dekoderkretser, i hvilket tilfelle dediserte kantforbindelser til disse arkene må anordnes. Et ekstremt tilfelle av det sistnevnte er hvor alle lagene er "dumme" og hvor hvert lag har dediserte elektriske forbindelser til drivkretser på et bærende substrat eller kretser på et kabelforbundet annet sted. I det følgende skal disse forskjellige aspekter av mulige elektroniske løsninger i de individuelle sjikt ikke behandles i ytterligere detalj, da de egnede løsningsvalg i henhold til den foreliggende oppfinnelse vil være åpenbare for fagfolk.
- Nå skal det gis en mer spesifikk omtale av generiske innretninger i henhold til den foreliggende oppfinnelse, eksempler på utførelse av slike samt en redegjørelse for fabrikkasjonstrinn i foretrukkede utførelser av fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen, slik disse kan benyttes til å danne utførelser av innretningen i henhold til oppfinnelsen.
- Spesifikt viser fig. 1a et oppriss av en første generisk innretning i henhold til oppfinnelsen. Denne generiske innretning kan betegnes som en "trinnpyramide"-struktur. Den består av stablede, funksjonelle enheter som er anordnet på separate, men innbyrdes tilstøtende arklignende eller filmlignende lag anordnet på et substrat. Kretser på toppoverflaten av et gitt lag er elektrisk forbundet med kontaktseter på et blottlagt kantområde av laget. I opprisset på fig. 1 er det vist fire slike lag  $L_1$ - $L_4$  som tilsammen utgjør en stabel 1. Som vist i opprisset danner lagene  $L_1$ - $L_4$  på høyre side en avtrappet struktur og over denne er det anordnet en elektrisk kantforbindelse 3 som strekker seg fra toppflaten av laget  $L_4$  og ned til et kontaktsete 5 på substratet 2. Den elektriske kantforbindelse 3 kontakterer og er forbundet med elektriske ledere anordnet på toppflaten av hvert lag  $L$  og antydnet med en tykkere, ikke nærmere benevnt strek, slik det fremgår av fig. 1a.

Fig. 1b viser en første utførelse av innretningen på fig. 1a og det vil her ses at lagene  $L_1$ - $L_4$  i stabelen 1 er avtrappet i én retning, nemlig mot høyre. På hvert av lagene  $L_1$ - $L_4$  er det da anordnet kontaktseter 4, hvorav ett er fremhevet på figuren, og en elektriske kantforbindelse 3 er nå anordnet slik at den kontakterer kontaktsetene 4 og forbinder da lagene  $L_1$ - $L_4$  elektrisk til kontaktseter 5 på substratet 2. Kontaktsetene i lagene  $L_1$ - $L_3$  er anordnet i et blottlagt parti av disse som utgjør trinnene i den avtrappede struktur. På fig. 1b er det i topplaget vist et rektangulært, skravert område som representerer et kretsområde. Uten at det er vist i detalj, kan dette kretsområde bestå av fysisk adskilte komponenter og nettverk eller kretser forbundet i ett eller flere nettverk og i tilfelle av utførelsen på fig. 1b, to forbindelsesveier 3 til substratet som vist. Det skal naturligvis forstås at både på fig. 1b og på de øvrige figurer vil dette skraverte område i topplaget ha sin motsvarighet i tilsvarende kretsområder i de øvrige underliggende lag.

På fig. 1c er vist et grunnriss av en annen utførelse av innretningen på fig. 1a hvor stabelen 1 med lagene  $L_1$ - $L_4$  nå er avtrappet i to innbyrdes ortogonale retninger, slik at det fås et mye større blottlagt trinnareal som kan benyttes til koblingsformål. Denne utførelsen tillater også alternative og mer spredte plasseringer av både kontaktsetene 4, de blottlagte partier og kontaktsetene 5 på substratet. Samtidig oppnås det god separasjon mellom de to kantforbindelser 3 som kontakterer kontaktsetene 4 i samtlige lag og dessuten kontaktsetene 5 på substratet, idet kantforbindelsene er anordnet i hver av de to trinnretninger.

Fig. 2 viser en tredje utførelse av innretningen på fig. 1a, men som det vil ses er her kantene til de enkelte lag  $L_1$ - $L_4$  i stabelen 1 avrundet i trinnområdet og dette kan by på fordeler når kantforbindelsen som her er betegnet 6, skal føres over trinnet dannet av samtlige lag og ned til substratet 2. Dersom trinnet ikke er vinkelrett, men avrundet, vil utførelsen på fig. 2 redusere risikoen for et brudd i den elektriske kantforbindelsen. Når den føres over en skarp kant, slik tilfelle er i utførelsene på fig. 1a-c, vil det alltid være en viss fare for at det oppstår brudd i en kantforbindelse dannet som et avsatt, tynt ledende sjikt. I en variant av utførelsen på fig. 2 behøver trinnene ikke å være avrundet, men kan være dannet med en gradvis skråning mellom de enkelte trinn.

Fig. 3 viser en fjerde utførelse av innretningen på fig. 1a og helt i analogi med utførelsesformen på fig. 1c. Også her omfatter stabelen 1 fire lag  $L_1$ - $L_4$  anordnet på substratet 2 som tilsvarende utførelsen på fig. 1c er forsynt med to kontaktseter 5. Imidlertid er bare én av kantforbindelsene 3 anordnet som en kontinuerlig forbindelse fra øverste lag  $L_4$  og til kontaktsetet 5 på substratet, samtidig som den kontakterer samtlige kontaktseter 4 på de blottlagte partier,



dvs. trinnene i lagene  $L_1$ - $L_4$  som vist. Det er også anordnet flere kontaktseter 4 på hvert av trinnene i lagene, som vist nederst til høyre i den stablede struktur 1. Her er det eksempelvis anordnet tre kontaktseter 4 på hvert trinn og dette gir muligheter for uavhengige forbindelser mellom to og flere lag innbyrdes over en kort kantforbindelse 3 som vist og dessuten muligheter for lapping ("patching") av elektriske forbindelser både mellom enkelte lag og innbyrdes innen et lag som vist for laget  $L_1$  og eventuelt med ytterligere videre kantforbindelse 3 til kontaktsetet 5 på substratet 2.

Det skal forstås at det i henhold til den foreliggende utførelse også vil være mulig å danne stabelen 1 som en mangekantet pyramide med 3, 4, 5 osv. trinnretninger, men det vil for fagfolk være innlysende at dette bare en direkte utvidelse av prinsippet for utførelsene som er tilkjennegitt på fig. 1b og 1c, og de skal derfor ikke omtales nærmere her.

Fig. 4a-c viser utførelser av den første generiske innretning i henhold til den foreliggende oppfinnelse med de elektriske kantforbindelser 3 skjematisk antydnet som streker mellom og over lagene. Den skiller seg fra den på fig. 1a ved at stabelen 1 ikke er anordnet på et substrat, men at lagene  $L$  er selvbærende strukturer. Fig. 4a viser således i oppriss en analog utførelse til den på fig. 1a, men uten substrat. Stabelen 1 omfatter fem selvbærende sjikt  $L_1$ - $L_5$  og det er på hvert trinn i stabelen anordnet kontaktseter 4 og for hvert av lagene  $L_1$ - $L_4$  en kantforbindelse 3 forbundet med kontaktsetene 4. Fig. 4b viser en selvbærende innretning utført som enten en regulær trinnpyramide, eller eventuelt som en mangekantet trinnpyramide. Til høyre danner kantforbindelsen 3 via kontaktsetene 4 på lagene  $L_1$ - $L_4$  en sammenhengende forbindelse mellom alle lag fra  $L_1$  til  $L_5$  med bruk av flere lederbaner samt lapping som antydnet på figuren 4b til venstre, hvor det vil ses at det bare på de blottlagte partier av  $L_2$  og  $L_3$  er anordnet kontaktseter 4. På denne måte er det lett å danne elektrisk forbindelse mellom to eller flere av lagene  $L$  i stabelen 1 og disse behøver ikke å være tilstøtende. Tilsvarende viser fig. 4c igjen stabelen 1 som en trinnpyramidestruktur, men med kantforbindelser 3 til minst to trinnretninger. På fig. 4c er kantforbindelsene 3 anordnet diametralt motsatt på hver side og kontaktseter 4 er anordnet på hvert trinn av den stablede struktur som her er vist med 6 lag  $L_1$ - $L_6$ .

Den første generiske innretning i henhold til oppfinnelsen kan dessuten spesielt være realisert med mulighet for dobbelsidig kontaktering, slik dette er vist på fig. 4d. For å danne adskilte trinnområder som blottlegger begge overflater av hvert enkelt av de fem lag  $L_1$ - $L_5$ , er disse, som godt kan ha samme utstrekning, trinnvis forskjøvet innbyrdes. Dermed kontakteres begge overflater av hvert lag

L med kantforbindelser 3 og kontaktseter 4 på hvert av trinnene, dvs. de blottlagte partier av lagene, idet disse partier på en side av stabelen danner en omvendt trinnstruktur i forhold til tilsvarende partier på den motsatte side og således skaffer adgang til den motsatte overflate av hvert lag L. Men ellers er anordningen av kantforbindelsene 3 og kontaktsetene 4 den samme på begge sider av innretningen, som vist på fig. 4d.

Generelt vil kantforbindelsene 3 i utførelsesformene vist på fig. 1-4 kunne dannes i hvert enkelt lag ved at det benyttes en kantområde spesifikt for kontaktformål, idet kantområdet er dannet i et blottlagt parti av hvert lag i stabelen 1 og disse blottlagte partier dannes ved å utføre stabelen som en trappetrinnstruktur med avtrapning i én eller flere retninger, som ovenfor nevnt. Trinnene vil naturligvis være blottlagt når kontaktene fremstilles.

Generelt kan også hvert enkelt lag L i stabelen 1 selv være dannet som en sandwich av undersjikt som kan romme elektriske ledere, aktive kretser og funksjonelle materialer, f.eks. minnematerialer for datalagringsformål. Når hvert lag er bygget opp som en sandwich av slike undersjikt, foretrukket i tynnfilmteknologi, kan enkelte undersjikt være realisert med spesifikke funksjonelle formål, f.eks. for å oppnå kontakterings- og lederfunksjoner eller de kan romme aktive kretser, eksempelvis dannet i tynnfilmteknikk eller i sin helhet bestå av funksjonelle materialer, eksempelvis minnematerialer for datalagringsformål. Uten å gå i detalj vil det være innlysende for fagfolk at hvert enkelt lag kan fremstilles på en bærende film før det monteres i stabelen eller det kan dannes ved en avsetningsprosess eller en serie av slike på overflaten av stabelen selv. I hvert tilfelle må hvert undersjikt da ha en tykkelse hvis nedre grense vil være gitt av bæreevnen til bæresjiktet i relasjon til den påkjenning det utsettes for under prefabrikasjons- og stabeladdisjonsprosessene. Ved bruk av additive prosesser kan imidlertid tykkelsen av enkeltlag gjøres meget mindre, idet undersjiktene i utgangspunktet kunne være avsatt som monosjikt.

Det skal nå gis en nærmere omtale av hvordan kantforbindelsene hensiktsmessig kan dannes i innretningen i henhold til oppfinnelsen. I utførelsesformer som spesifikt vist på fig. 1-3, kan kantforbindelsen dannes ved en enkeltelektrodeavsetning eller en sekvens av avsetningsoperasjoner, slik dette skal omtales nærmere nedenfor. I det sistnevnte tilfelle innebærer hver avsetningsoperasjon at det skal tas hånd om bare en mindre del av den totale kanthøyde, dvs. et enkelt trinn i kantstrukturen, og kontinuiteten i den elektriske kantforbindelse over en rekke trinn vil da være oppnådd ved at de i rekkefølge avsatte elektroder overlapper.

Teknikker for å danne kantforbindelser med høy presisjon innbefatter litografiske teknikker basert på våtetsing eller tørretsing samt partikkelfresing, høypresisjonstansing så som "myklitografi" og elektrolyse. Felles for de fleste teknikker som gir høy oppløsning, er begrenset dybdeskarphet, noe som igjen  
 5 begrenser høyden av hvert enkelt trinn og/eller antall trinn som kan forbindes elektrisk i et enkelt produksjonstrinn. I slike tilfeller kan det benyttes en enkel påføring av en felles leder som utgjør f.eks. en kraftforsyningslinje, busslinje osv.

Fig. 5a-e viser et første eksempel på fabrikasjonstrinn for å danne  
 10 kantforbindelser i stabelen som utgjør innretningen i henhold til oppfinnelsen. Spesifikt viser fig. 5a substratet 2 forut for anordningen av lagene L som utgjør selve stabelen 1. Et kretsområde  $C_S$  er anordnet i eller på substratet 2 og kan i seg selv utgjøre en krets og dette kretsområde  $C_S$  er dessuten forbundet med kontaktseter 5 på substratet. I neste fabrikasjonstrinn vist på fig. 5b, anordnes et  
 15 isolasjonssjikt  $I_{L1}$  hvis betegnelse viser at det er tilknyttet det første lag  $L_1$  i stabelen. På isolasjonslaget  $I_{L1}$  anordnes det nå et kretsområde  $C_{L1}$  for laget  $L_1$  og som forbindes med kontaktseter 4 anordnet på isolasjonssjiktet  $I_{L1}$ . Fig. 5c gjengir det samme fabrikasjonstrinn for laget  $L_2$ , her med et isolasjonssjikt  $I_{L2}$  som er anordnet og utformet slik at resulterende lag  $L_1$  og  $L_2$  nå vil danne en  
 20 avtrappet struktur. Også på isolasjonssjiktet  $I_{L2}$  er det anordnet et kretsområde  $C_{L2}$  og kontaktseter 4 forbundet med dette kretsområde. Fig. 5d viser så anordningen av et tredje isolasjonssjikt  $I_{L3}$  for det tredje lag  $L_3$  i stabelen og med et tilsvarende kretsområde  $C_{L3}$  og kontaktseter 4 forbundet med dette. Eksempelet vist på fig. 5a-5d illustrerer hvordan det dannes lag  $L_1$ - $L_3$  bestående  
 25 av respektive isolasjonssjikt  $I_{L1}$ - $I_{L3}$  og kretsområder  $C_{L1}$ - $C_{L3}$  forbundet med respektive kontaktseter 4. I et endelig fabrikasjonstrinn blir kontinuerlige strømløp eller lederbaner 3 anordnet og utgjør kantforbindelsene som nå forbinder samtlige kontaktseter 4 i hvert av lagene innbyrdes og med kontaktsetene 5 på substratet.

30 I stedet for å avsette kantforbindelsene 3 i én eneste operasjon, kan de som nevnt også avsettes trinnsvis, slik det skal bli omtalt med henvisning til fig. 6, som hva angår de enkelte lag og undersjikt viser disse dannet tilsvarende dem på fig. 5, men ellers illustrerer trinnsvis avsetning av kantforbindelsene 3.

Fig. 6a viser et substrat 2 med kretsområde  $C_S$  og kontaktseter 5, mens fig. 6b  
 35 viser substratet 2 med et anordnet isolasjonssjikt  $I_{L1}$  og kretsområde  $C_{L1}$  for et første lag  $L_1$  i stabelen. Det avsettes nå kantforbindelser 3 over kanten på isolasjonssjiktet  $I_{L1}$ , idet disse kantforbindelser danner kontakt mellom kretsområdet  $C_{L1}$  og kontaktsetene 5 på substratet 2. På fig. 6c påføres nok et

isolerende lag  $I_{L2}$  med et kretsområde  $C_{L2}$  samt kantforbindelser 3 som fører over kanten på isolasjonslaget  $I_{L2}$  og ned til kantforbindelsen 3 på det underliggende isolasjonslag  $I_{L1}$  slik at det dannes kontaktseter 4 på de på fig. 6b avsatte kantforbindelser 3. Prosessen gjentas på fig. 6d for et tredje lag  $L_3$  med isolasjonssjikt  $I_{L3}$ , kretsområde  $C_{L3}$  og ytterligere kantforbindelser 3 med kontaktseter 4. Dette resulterer at utførelsen som vist på fig. 6d, realiserer en sammenhengende, men trinnvis avsatt kantforbindelse 3 fra det øverste lag i stabelen og over kontaktseter 4 i de mellomliggende lag og ned til kontaktsetet 5 i substratet. Dette innebærer at også selve avsetnings- og kontakteringsoperasjonen for hver kantforbindelse 3 håndteres trinnvis og repetitivt og det kan dermed tas hånd om hvilken som helst ønsket høyde på stabelen. Dybdeskarpheten som fås med avsetningsprosesser basert på fotolitografisk teknikk, behøver derfor bare å være tilpasset en aktuell trinnhøyde og i prinsippet kan da høyden av det enkelte trinn nettopp svare til den aktuelle og begrensede dybdeskarphet som fås med høyoppløsnings-fotolitografi til fremstilling av kantforbindelser 3.

På fig. 7 er det vist en annen generisk innretning i henhold til den foreliggende oppfinnelse. Også den er utført som en slags trinnpamide, men snudd på hodet, og kunne derfor betegnes som en omvendt trinnpamide. I likhet med innretningen på fig. 1 består også innretningen på fig. 7 av lag  $L_1$ - $L_4$  som danner en stabel 1 av funksjonelle enheter i innretningen. Stabelen 1 med lagene  $L$  er anordnet på et substrat 2 og betegnelsen "omvendt trinnpamide" bygger på det faktum at det er det første lag  $L_1$  i stabelen 1 som har minst areal, men arealet av hvert lag øker med avstanden fra substratet. Et lag som ligger over et annet strekker seg forbi dette og over kanten av de underliggende lag, slik at hvert eneste lag  $L$  i stabelen 1 får et parti i direkte anlegg mot substratet 2. For hvert av lagene  $L$  er det på substratet anordnet ett eller flere kontaktseter 5 slik dette er vist på fig. 7 og disse kontakterer i hvert av lagene  $L$  kantforbindelser 3 som forbinder kretsområder eller funksjonelle enheter i disse lagene til substratet. Kantforbindelsene 3 er ført over kantene på trinnene dannet i de enkelte lag  $L$  og ned til substratet 2. I innretningen på fig. 7 oppnås det f.eks. at de enkelte lag har direkte elektrisk forbindelse til f.eks. driv- og kontrollkretser anordnet i substratet 2, slik det kan være tilfelle dersom substratet er dannet av en silisiumbrikke.

Det skal nå gis et eksempel på hvordan en stabel 1 som utgjør en omvendt trinnpamide som vist på fig. 7 kan fremstilles. På fig. 8a er det vist et substrat 2 med kontaktseter 5. Et første isolasjonslag  $I_{L1}$  anordnes over et parti av substratet 2, slik dette er vist på fig. 8b, og forsynes som her vist, med to

elektroder  $E_{L1}$  som via kantforbindelsene 3 er forbundet med kontaktseter 5 på substratet 2, slik det er vist på fig. 8c. Det skal forståes at det på de isolerende lag  $I_L$  kan være dannet kretsområder og ikke nærmere viste funksjonelle enheter som via elektrodene  $E_{L1}$  kontaktes til et underliggende lag. Fig. 8d viser nå

5 hvordan det neste lag dannes ved at det legges et isolerende sjikt  $I_{L2}$  over det første isolerende sjikt  $I_{L1}$ , men som strekker seg forbi det sistnevnte og danner et trinn over kanten og ned til substratet hvor et parti av sjiktet  $I_{L2}$  i det minste strekker seg helt til kontaktseter 5 på substratet. Igjen er det som vist på fig. 8e, anordnet elektroder  $E_{L2}$  for å forbinde kretsområder og funksjonelle enheter i

10 det annet lag med substratet via kontakt over en kantforbindelse 3 og til kontaktsetene 5 i substratet. Fig. 8f viser hvordan prosessen gjentas med påføring av nok et isolerende sjikt  $I_{L3}$  som maskerer elektrodene  $E_{L2}$  og som vist på fig. 8g, forsynes med et elektrodesett  $E_{L3}$  som kontaktes kontaktsetene 5 på substratet 2. Dermed fås det en stabel som vist på fig. 8a-g med tre stablede lag,

15 men som i motsetning til innretningen på fig. 1a er anordnet som en omvendt trinnpyramide, dvs. at arealet av hvert lag øker med dets avstand i stabelen fra substratet 2. Det vil ses at innretningen på fig. 7a utført som vist på fig. 8a-8e skaffer separat aksess mellom substratet 2 og de overliggende lag L i den stablede struktur 1. I så måte står fremgangsmåten som illustrert ved fig. 8a-8g i

20 motsetning til de fremgangsmåter som er vist på fig. 5 og 6.

Ved bruk av fotolitografisk teknikk for å mønstre elektroder, strømløp, kantforbindelser osv. i en stabel kan en forholdsvis lav dybdeskarphet føre til at det i høyden kan mønstres noen få trinn av gangen, og dersom antall lag i stabelen er stort, betyr det at en fotolitografisk operasjon må gjentas en rekke

25 ganger, noe som både gjør fabrikasjonen av innretningen mer komplisert og dessuten er svært fordyrende. For å unngå at antallet operasjoner øker med antall stablede lag og antall trinn i stabelen, kan det benyttes en alternativ fremgangsmåte til fotolitografisk mønstring av kontakter og strømløp slik at det fås en eneste operasjon for hvert lag, samtidig som samtlige trinn i stabelen kan

30 tas hånd om. Dette er vist på fig. 9a for innretningen på fig. 1a. Her er stabelen 1, som ikke er vist anordnet på et substrat, avtrappet på siden slik at skråningen blir lineær. Den nødvendige dybdeskarphet vil derfor være mindre eller tilnærmet lik en største høyde  $h_{MAX}$  av ett av lagene L i stabelen 1. Det er heller ikke nødvendig at samtlige lag i stabelen har samme trinnhøyde, jf. at på fig. 9a har laget  $L_2$  en meget mindre høyde enn de øvrige lag. Den nødvendige

35 dybdeskarphet som vist ved avstanden mellom de parallelle, stiplede skrå linjer til høyre, strekker seg over hele høyden av stabelen. Optimalt kan nå stråleretningen være ortogonal på helningslinjen for trinnene. En tilsvarende situasjon slik den vil være for innretningen vist på fig. 7 er vist på fig. 9b, og

det vil igjen ses at den nødvendige dybdeskarphet vil være mindre eller lik  $h$ , hvor  $h$  er høyden av ett av trinnene  $L_1$ - $L_4$  i stabelen, som her er anordnet på et substrat forsynt med kontaktseter 5. Igjen kan kantforbindelsene mønstres fra topp til bunn i en eneste fotolitografisk operasjon, ved f.eks. å la stråleretningen være ortogonal på helningslinjen som vist ved de stiplede linjer på figurene.

Hvert enkelt lag  $L$  i innretningen på fig. 1a eller på fig. 7 kan være dannet som en passiv matriseadresserbar innretning slik den er vist på fig. 10. Den omfatter et første elektrodesett  $E_W$  bestående av innbyrdes parallelle stripeelektroder  $W$  og et annet elektrodesett  $E_B$  som likeledes omfatter innbyrdes parallelle stripeelektroder  $B$ , men anordnet ortogonalt til elektrodene  $W$  i elektrodesettet  $E_B$ . Et funksjonelt materiale, f.eks. et minnemedium eller et lysemitterende medium, kan nå være anordnet i sandwich mellom henholdsvis elektrodesettet  $E_B$  og  $E_W$ . En arkitektur som vist i fig. 10, kan benyttes til å realisere en passiv, matriseadresserbar ferroelektrisk minneinnretning, hvor minnemediet da i tilfelle et ferroelektrisk minnemateriale, f.eks. et uorganisk eller organisk materiale, og det siste tilfelle spesielt foretrukket en polymer eller kopolymer. De enkelte minneceller i et slikt minne vil dannes i krysningspunktet mellom elektrodene  $W$  som realiserer ordlinjer og elektrodene  $B$  som realiserer bitlinjer i minneinnretningen. Dersom elektrodearrangementet 10 benyttes i et display hvor elektrodene i minst ett elektrodesett vil være utført i gjennomsiktig materiale, vil tilsvarende pikslene kunne dannes i det lysemitterende materiale anordnet i sandwich mellom elektrodesettene  $E_W, E_B$  og i krysningspunktene mellom elektrodene i de respektive sett. I en minneinnretning av den omtalte art vil en gitt minnecelle kunne skrives, leses og slettes ved å aktivere ordlinjeelektrodene  $W$  og bitlinjeelektrodene  $B$  som krysser ved denne celle. På fig. 10 kunne f.eks. samtlige ordlinjer  $W$  være aktivert og derfor adressere samtlige celler ved krysningene med den skraverte bitlinjeelektrode  $B$  som vist. En minnematrise som inneholder et sjikt av minnemateriale i sandwich mellom ord- og bitlinjer i et arrangement som vist på fig. 10 kan omfatte flere hundre eller tusenvis av elektroder i hver retning og strekker seg lateralt over makroskopiske avstander (millimetre til centimetre). Tykkelsen av hvert enkelt lag, dvs. sammensatt av sjikt som utgjør elektrodesjikt og minnemedium, vil være av størrelsesorden  $1\mu\text{m}$  eller mindre. Slike matriser kan stables og danne stabelen i en innretning i henhold til oppfinnelsen, og det fås da en monolitisk struktur hvor hvert enkelt lag som rommer en matrise isoleres elektrisk mot krysstale og interferens fra de øvrige lag i stabelen, slik at det fås en ekstremt høy volumetrisk minnecelletetthet.

I en høytetthetstabel av store, passive matriser vil antallet linjer i innretningen som forbindes med egnede driv- og kontrollkretser være meget stort. Hvis lagene i stabelen er helt passive med samtlige kretser for svitsjing, multipleksing, deteksjon og prosessering plassert på eller i et bærende substrat, kan antallet direkte elektriske forbindelser mellom individuelle lag i stabelen og substratet bli sammenlignbart med det totale antall matriselinjer, dvs. ord og bitlinjer i innretningen, og problemer knyttet til fabrikasjonen av slike innretninger vil derfor være av vesentlig betydning.

Det skal nå gis en omtale av en foretrukket fremgangsmåte til fabrikasjon av en innretning i henhold til oppfinnelsen, hvor de enkelt lag er matriseadresserbare innretninger som ovenfor omtalt, og hvor innretningen i henhold til oppfinnelsen således utgjør en stabel av slike, slik at det eksempelvis fås en volumetrisk, matriseadresserbar minneinnretning. Fremgangsmåten er vist trinn for trinn på fig. 11a-11m, men for enkelthets skyld er antallet ordlinjer begrenset til 2 og antall bitlinjer til 3, slik at hvert enkelt lags matriseadresserbare innretning blir en 2·3-matrise, altså med høyst 6 adresserbare celler, og med stabelen begrenset til bare 3 lag. Med bruk av fremgangsmåte-trinnene vist på fig. 11a-m, kan det fås en tett stablet matrise av passive, matriseadresserbare innretninger, idet serien av fremstillingstrinn sørger for å skaffe elektrisk konnektivitet med høy tetthet til substratet. I det viste eksempel er ordlinjene i de enkelte lag forbundet med en felles leder, mens det er anordnet et separat sett av bitlinjer for hvert lag. På de etterfølgende fig. 11a-11m betegner  $I_L$  isolasjonssjikt,  $S$  substrat,  $W_L$  ordlinjer og  $B_L$  bitlinjer, mens indeks  $L$  viser henholdsvis til lag  $L_1, L_2, L_3$ .

Fig. 11a viser substratet  $S$  med henholdsvis et bitlinjekontaktfelt  $B_{11}-B_{31}$  med kontaktseter for henholdsvis første til tredje bitlinjer i hvert lag og et ordlinjekontaktfelt med bare to kontaktseter  $W_1, W_2$  for hver av ordlinjene  $W_L$  i samtlige lag, men før det første lag i stabelen er avsatt, fig. 11b substratet  $S$  med et første isolasjonssjikt  $I_{L1}$  for å beskytte mot elektrisk og kjemisk interferens mellom substratet  $S$  og den derpå anordnede stabel, og fig. 11c hvordan bitlinjer  $B_{L1}$  fra det første lag, dvs. den første matriseadresserbare innretning i stabelen, er anordnet og forbundet med den første sett av kontaktseter for bitlinjene på substratet  $S$ . På fig. 11d er det vist anordnet et sjikt  $M_{L1}$  av funksjonelt materiale, i dette tilfelle et minnemateriale, over bitlinjene  $B_{L1}$  og som kontakterer disse, mens fig. 11e viser hvordan ordlinjer  $W_{L1}$  forbindes med ordlinjekontakter i substratet  $S$ . Et annet isolasjonssjikt  $I_{L2}$  er på fig. 11f vist anordnet over det første lag eller den første minneinnretning i stabelen og påføres deretter bitlinjene  $B_{L2}$  for lag 2, slik det er vist på fig. 11g, og derover

anordnes igjen et minnesjikt  $M_{L2}$  for det annet lag og som kontakterer bitlinjene  $B_{L2}$ , slik det fremgår av fig. 11h. Fig. 11i viser anordnet ordlinjer  $W_{L2}$ . Disse kontakterer ordlinjene  $W_{L1}$  slik at det fås felles kontaktering for ordlinjene.

5 Et nytt isolasjonssjikt  $I_{L3}$  for det tredje lag anordnes som vist på fig. 11j og påføres bitlinjer  $B_{L3}$  som vist på fig. 11k. Fig. 11l viser minnesjiktet  $M_{L3}$  for det tredje lag avsatt over  $B_{L3}$  og det blir som vist på fig. 11m, påført ordlinjer  $W_{L3}$  som strekker seg over kanten av hver lag og danner kantforbindelser til ordlinjer  $W_{L2}$  på det underliggende lag.

10 Fremgangsmåte trinnene som vist på fig. 11a-11m, realiserer en stablet, passiv matriseadresserbar minneinnretning som helt ut svarer til innretningen i henhold til oppfinnelsen. Det skal naturligvis forstås at begrensningen av ord- og bitlinjer i det viste eksempel på fig. 11a-11m naturligvis ikke svarer til realitetene, da en innretning i henhold til oppfinnelsen utført som en passiv matriseadresserbar minneinnretning godt kan omfatte større antall sjikt og i  
15 hvertfall opptil flere tusen ord- og bitlinjer i hvert sjikt. Eksempelvis har det vist seg mulig å realisere todimensjonale minneinnretninger som 8000x8000-matriser, altså med 64 000 000 matriseadresserbare minneceller og ved stabling vil naturligvis antall celler øke proporsjonalt med antall lag i stabelen, slik at det oppnås en volumetrisk innretning i henhold til oppfinnelsen  
20 med høy lagringsskapasitet og høy lagringstetthet.

I de enkelte trinn som vist på fig. 11a-11m, kan det for øvrig være mulig å modifisere fabrikasjonen, da det i realiteten står flere prosedyrer til rådighet. Eksempelvis kunne ordlinjene dannes i et enkelt trinn ved å benytte en fremgangsmåte i analogi med de trinn som er vist på fig. 5a-e og tilsvarende vil  
25 anordningen av bitlinjene, eksempelvis som vist på fig. 11k, gjøre det nødvendig at et større antall lag må tas hånd om i ett eneste fabrikasjonstrinn. Utgjør dette et problem, kan det benyttes et mønstringsalternativ som bygger på geometrien som vist på fig. 9a eller kantforbindelsene kan dannes sekvensielt med lapping (patching) til et underliggende trinn analogt med  
30 fabrikasjonstrinnene vist på fig. 6a-d.

Selv om det er mulig å kombinere prinsippene i den foreliggende oppfinnelse med gjennomgående viaer i henhold til kjent teknikk, skal det bemerkes visse vesentlige trekk som adskiller de to kvalitativt.

– I den foreliggende oppfinnelse kan vertikal konnektivitet i stabelen såvel  
35 som lapping mellom sjiktene oppnås i fremstillingsoperasjoner etter at lagene i stabelen er blitt anordnet, noe som gir øket fleksibilitet med tanke på å velge



fremstillingsstrategier (kompatibilitet mellom materialer; spesialtilpasning av innretningen, f.eks. etter stabling).

- I den foreliggende oppfinnelse er det ikke nødvendig med noe etse- eller boreoperasjoner e.l. for å oppnå forbindelseskanaler gjennom lag i stabelen.
- 5
- Den foreliggende oppfinnelse gir en realistisk vei mot fremstilling i stor skala av stablede innretninger i operasjoner med lav kostnad og høyt volum, så som produksjon av polymerbaserte komponenter i løpende bane.

## PATENKRAV

1. Minne- og/eller databehandlingsinnretning som omfatter minst to lag (L) anordnet i stabel (1), hvor stabelen (1) enten danner en selv bærende struktur eller alternativt er anordnet på et substrat (2), og hvor stabelen (1) omfatter en i  
5 minst én retning avtrappet struktur, slik at trinn i den avtrappede struktur dannes av blottlagte partier av de enkelte lag (L) i stabelen (1) og med en trinnhøyde svarende til tykkelsen av de respektive lag,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det på hvert trinn i den avtrappede struktur er anordnet ett eller flere kontaktseter (4) i elektrisk forbindelse med minne-  
10 og/eller prosesseringskretser i det angjeldende lag (L), og at det på og over trinnet i hvert lag (L) er anordnet én eller flere elektriske kantforbindelser (3) i form av på trinnet og over kanten mellom trinnene i hvert lag (L) elektrisk ledende strukturer avsatt på lagenes (L) overflate, idet de elektriske kantforbindelser (3) kontakterer ett eller flere kontaktseter (4) i lagene (L) og  
15 skaffer elektrisk forbindelse mellom lagene innbyrdes og mellom lagene og kontaktseter (5) anordnet på et eventuelt substrat (2).
2. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at to eller flere kontaktseter (4) i ett eller flere lag (L) er innbyrdes forbundet av elektrisk ledende strukturer anordnet på trinnet i  
20 det angjeldende lag.
3. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at de elektriske kantforbindelser (3) er anordnet som sammenhengende strømløp mellom kontaktseter (4) i minst tre påfølgende lag (L) i stabelen (1) eller mellom kontaktseter (4) i minst to tilstøtende lag (L) i  
25 stabelen (4) og et eventuelt substrat (2) tilstøtende et av disse lagene.
4. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at de elektriske kantforbindelser (3) er anordnet som et lappet ("patchet") strømløp mellom to tilstøtende lag (L) i stabelen (1) eller mellom et eventuelt substrat (2) og det til substratet tilstøtende lag (L).
- 30 5. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at stabelen (1) utgjør i det minste en del av en trinnpyramidelignende struktur, slik at lagene (L) har forskjellig areal.
6. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at de enkelte lag (L) i stabelen (1) er innbyrdes  
35 forskjøvet, slik at den avtrappede struktur omfatter minst ett avtrappet parti hvor trinnene utgjør et blottlagt parti av en overside av respektive lag (L) i stabelen

(1) og minst ett avtrappet parti hvor trinnene utgjør en underside av respektive lag (L) i stabelen (1), idet ett eller flere kontaktseter (4) på hvert trinn i hvert tilfelle er elektrisk forbundet med ledende strukturer henholdsvis anordnet på motstående overflater av lagene (L).

- 5 7. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1, hvor stabelen er anordnet på et substrat (2),  
karakterisert ved at stabelen (1) utgjør i det minste en del av en omvendt trinnpyramidelignende struktur, slik at arealet av hvert lag (L) øker med avstanden fra substratet (2), og at overliggende lag er ført over kanten av  
10 underliggende lag og til anlegg mot substratet (2), idet overliggende lag (L) er dannet med ett eller flere avtrappede partier, hvorved antall trinn i det eller de avtrappede partier i et lag svarer til det antall lag som befinner seg under dette.
- 15 8. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 7, karakterisert ved at det i substratet (2) er anordnet ett eller flere kontaktseter (5) hvor lagene (L) kommer til anlegg mot substratet (2)
9. Minne- og/eller databehandlingsinnretning i henhold til krav 1, karakterisert ved at sidekanten av hvert lag (2) mellom trinnene er avrundet eller danner en skrå flate.
- 20 10. Fremgangsmåte til fremstilling av minne- og/eller databehandlingsinnretning som omfatter minst to lag (L) anordnet i stabel (1), hvor stabelen enten danner en selvberende struktur eller alternativt er anordnet på et substrat (2), og hvor stabelen (1) omfatter en i minst én retning avtrappet struktur, slik at trinn i den avtrappede struktur dannes av blottlagte partier av de enkelte lag (L) i stabelen (1) og med en trinnhøyde svarende til tykkelsen av de  
25 respektive lag,  
karakterisert ved å tilføye hvert lag (L) i stabelen (1) i separate, påfølgende trinn, å anordne hvert påfølgende lag i stabelen med et areal forskjellig i forhold til det foregående tilstøtende lag eller forskjøvet i forhold til dette, slik at stabelen dannes med den minst i den ene retning avtrappede  
30 struktur, idet trinn i den avtrappede struktur dannes av blottlagte partier i de anordnede lag, å avsette strukturer av ledende materiale på trinnene i hvert lag, slik at det dannes ett eller flere strømløp og ett eller flere kontaktseter på hvert lag, og å avsette kontinuerlig og/eller lappede ("patchede") elektrisk ledende strukturer som danner elektriske kantforbindelser mellom kontaktsetene på to  
35 eller flere lag og/eller mellom kontaktsetene på ett eller flere lag og substratet.

11. Fremgangsmåte i henhold til krav 10, karakterisert ved å avsette lagene slik at stabelen utgjør i det minste en del av en trinnpiramidelignende struktur.

5 12. Fremgangsmåte i henhold til krav 10, hvor lagene (L) er anordnet på et bærende substrat (2), karakterisert ved å avsette lagene slik at stabelen utgjør i det minste en del av en omvendt trinnpiramidelignende struktur, idet overliggende lag er avsatt over kanten av underliggende lag og til anlegg mot substratet, hvorved  
10 overliggende lag dannes med ett eller flere avtrappede partier hvor antall trinn i det eller de avtrappede partier i et lag svarer til det antall lag som befinner seg under dette.

13. Fremgangsmåte i henhold til krav 12, karakterisert ved å anordne ett eller flere kontaktseter i substratet hvor lagene kommer til anlegg mot substratet.

15 14. Fremgangsmåte i henhold til krav 10, karakterisert ved å danne de elektriske kantforbindelser i en prosess valgt blant en av de følgende, nemlig litografi, tørretsing, blekkstråletrykking, silkestrykking, myklitografi, elektrolyse, elektrostatisk avsetning eller in situ omdannelse.

1/16

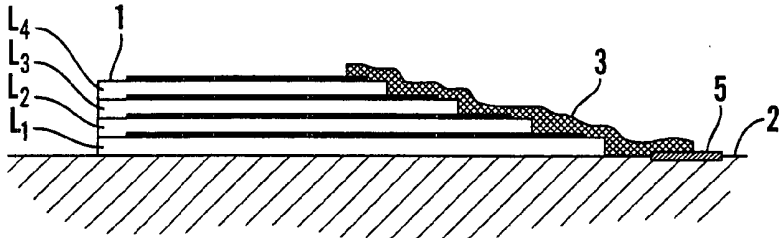


Fig. 1a

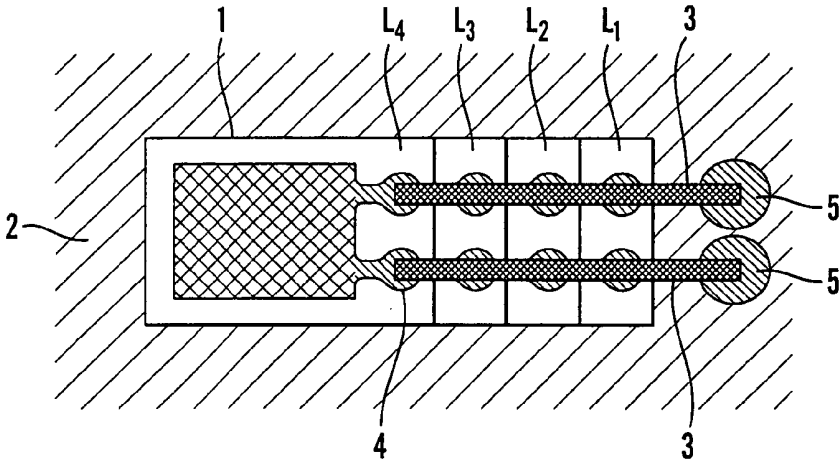


Fig. 1b

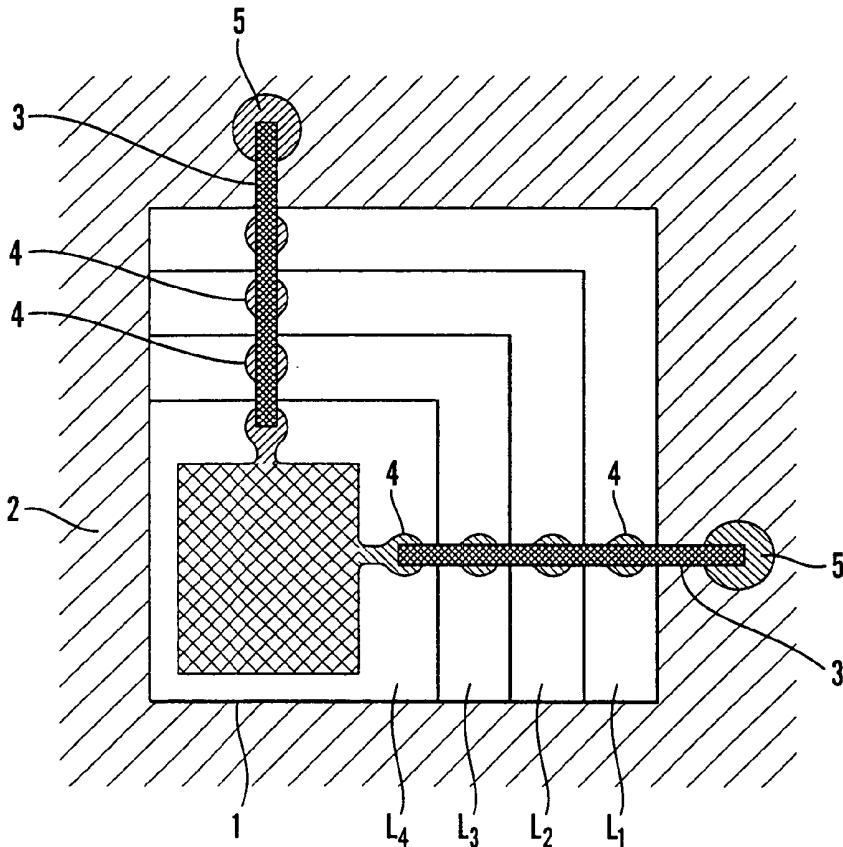


Fig. 1c

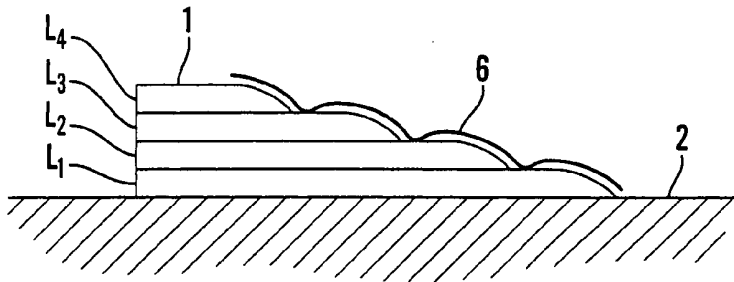


Fig.2

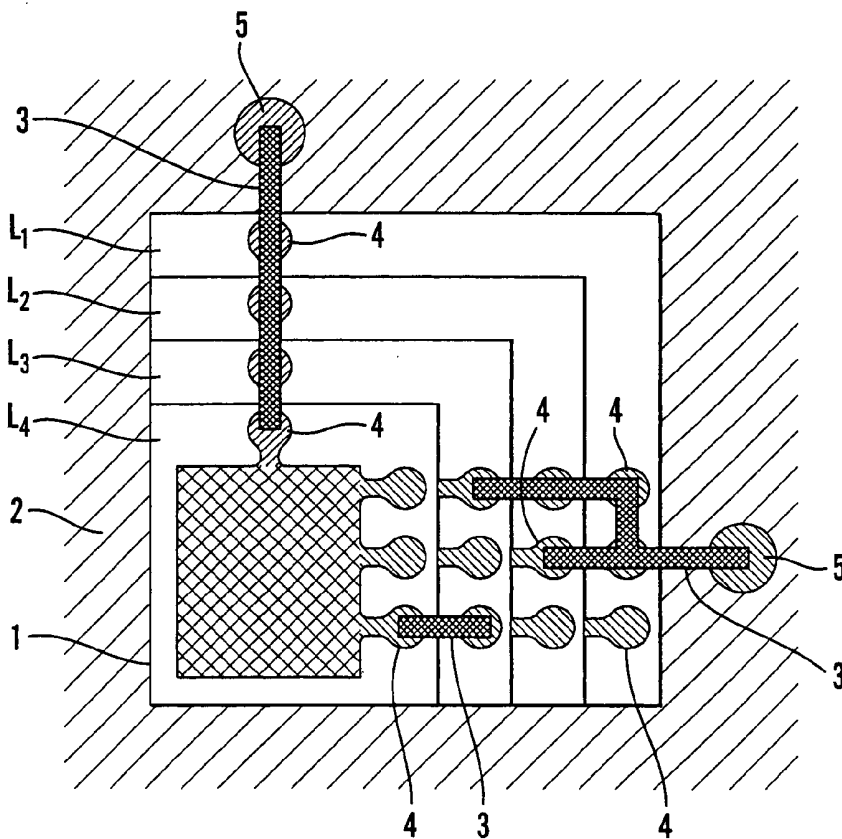


Fig.3

3/16

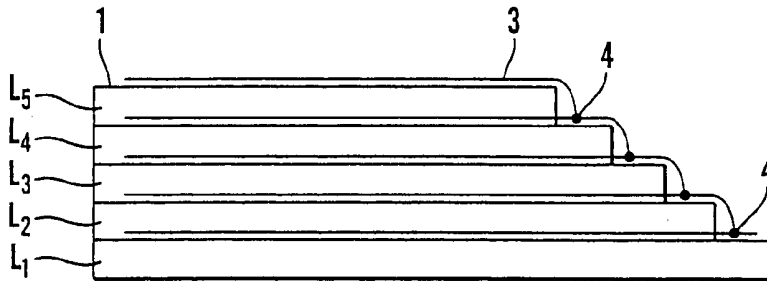


Fig. 4a

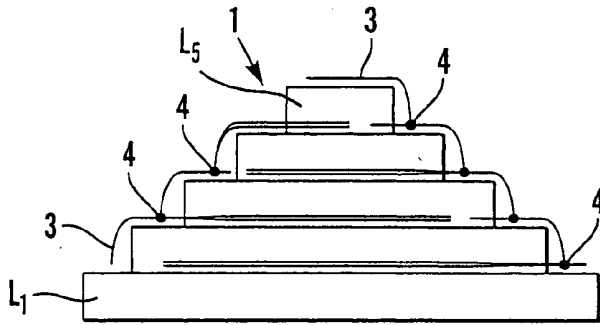


Fig. 4b

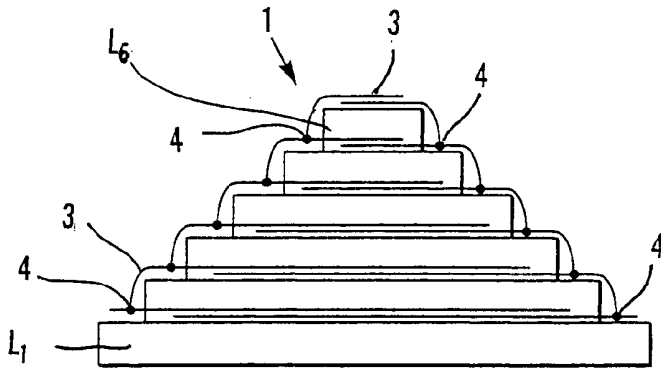


Fig. 4c

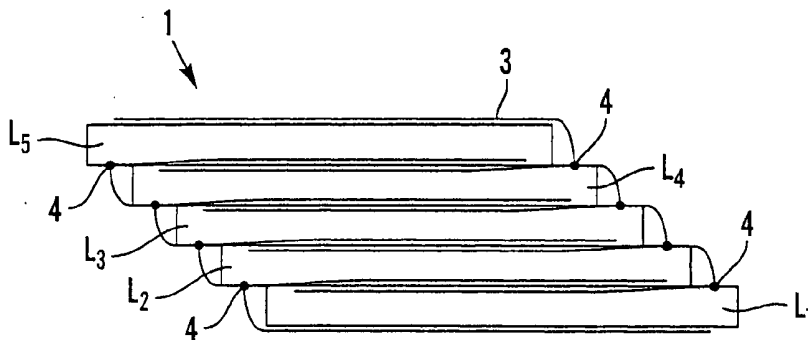


Fig. 4d

4/16

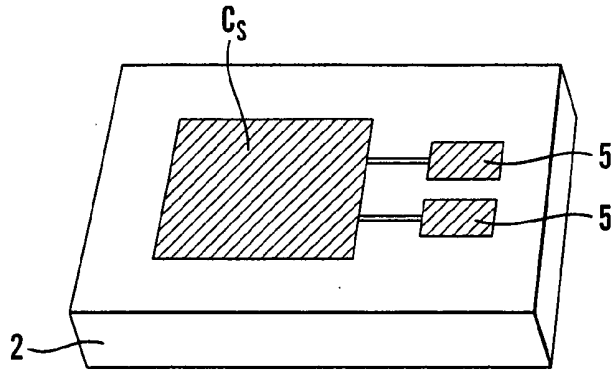


Fig. 5a

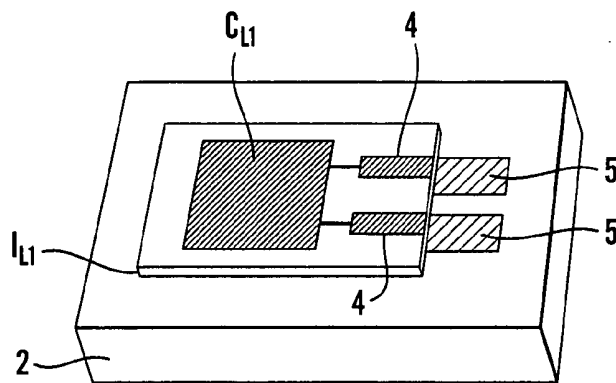


Fig. 5b

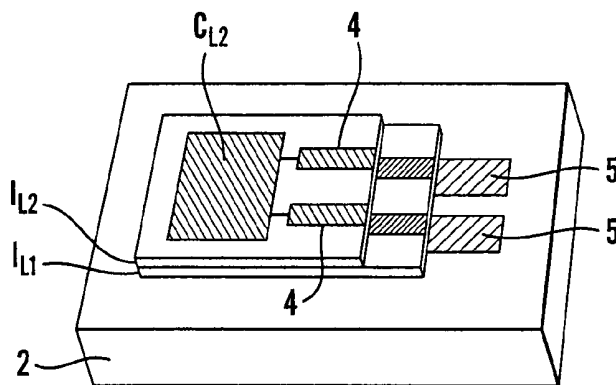


Fig. 5c



5/16

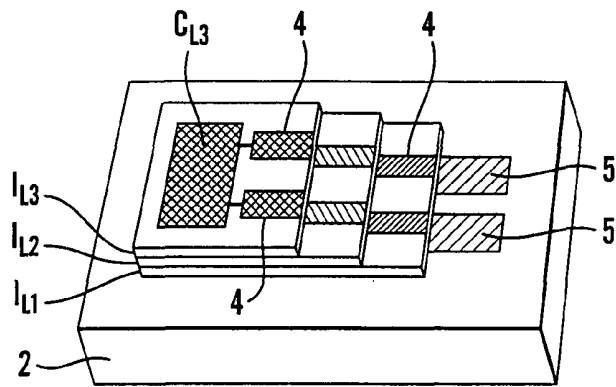


Fig. 5d

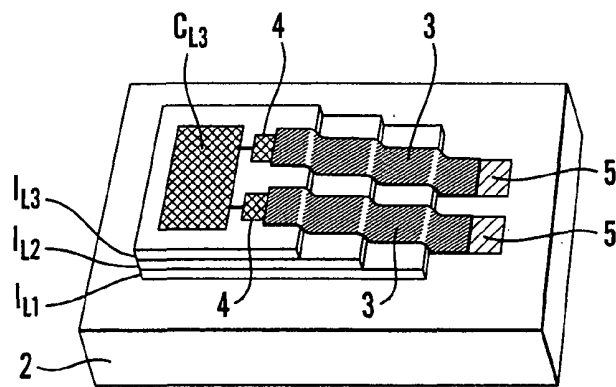


Fig. 5e

6/16

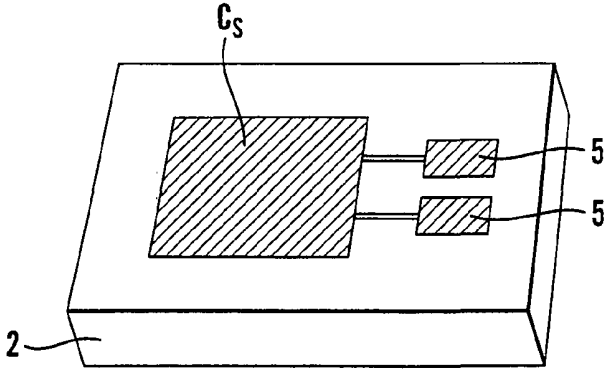


Fig. 6a

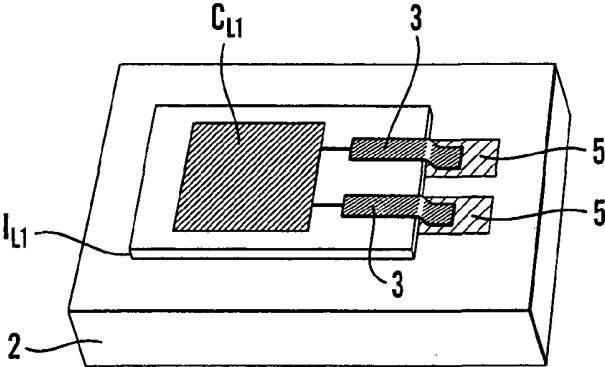


Fig. 6b

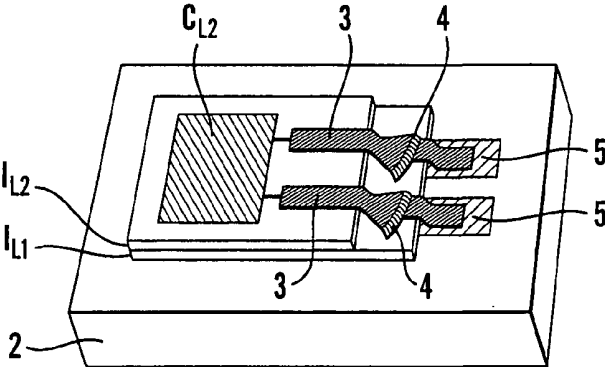


Fig. 6c

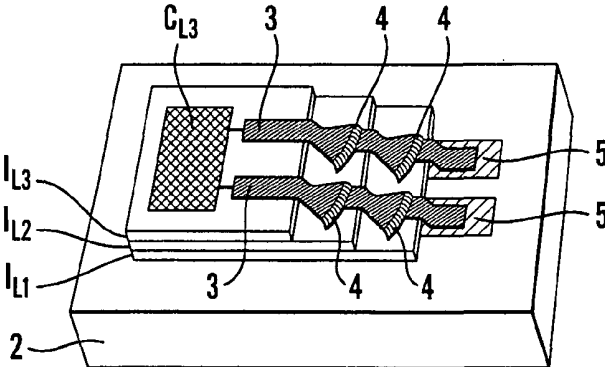


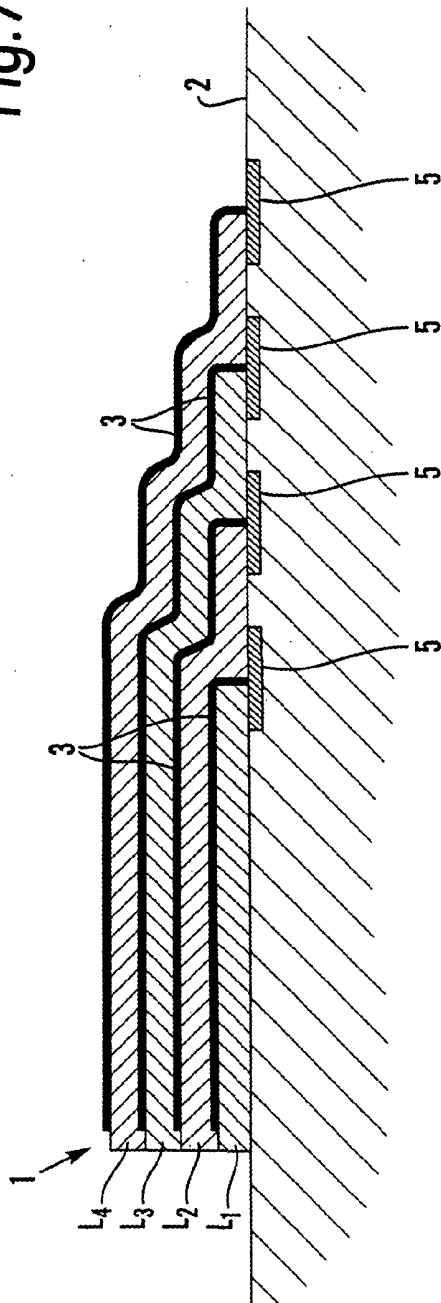
Fig. 6d

313679

7/16

3136

Fig. 7



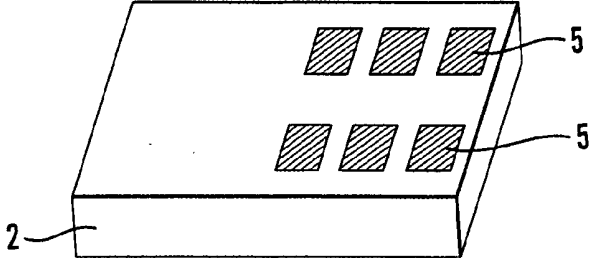


Fig. 8a

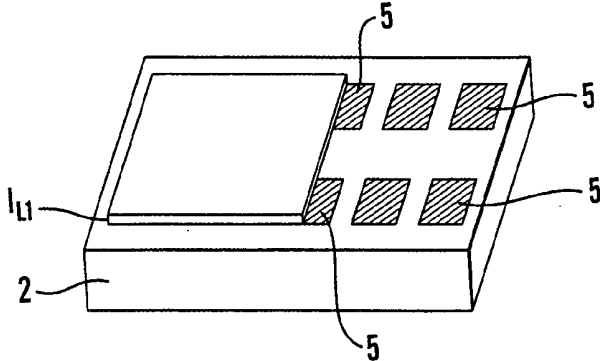


Fig. 8b

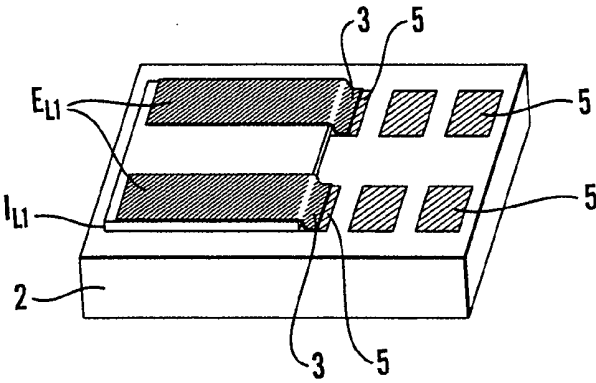


Fig. 8c

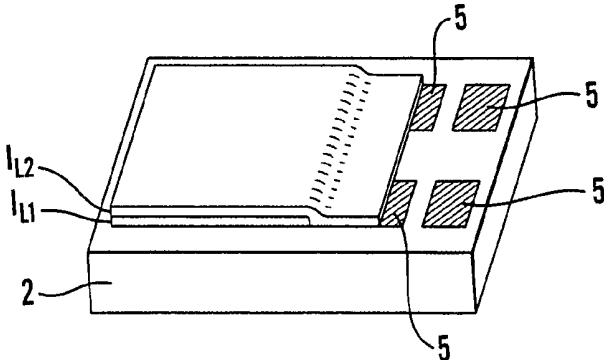


Fig. 8d

9/16

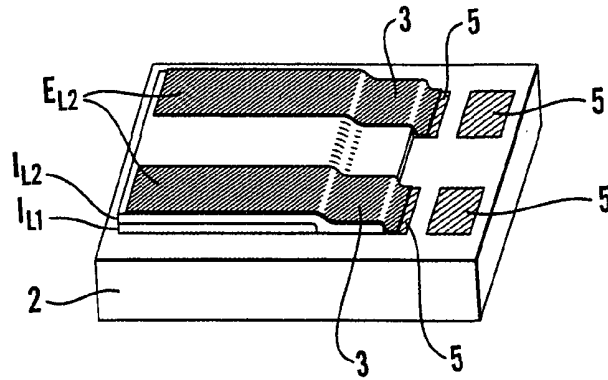


Fig. 8e

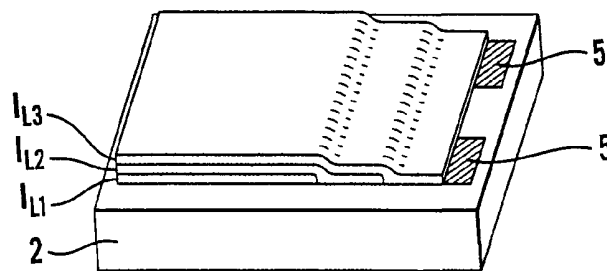


Fig. 8f

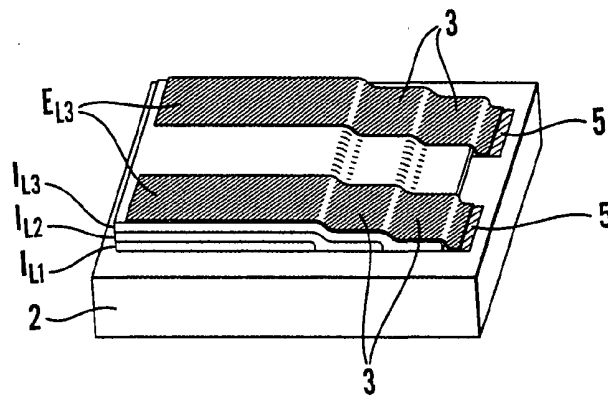


Fig. 8g

Fig. 9a

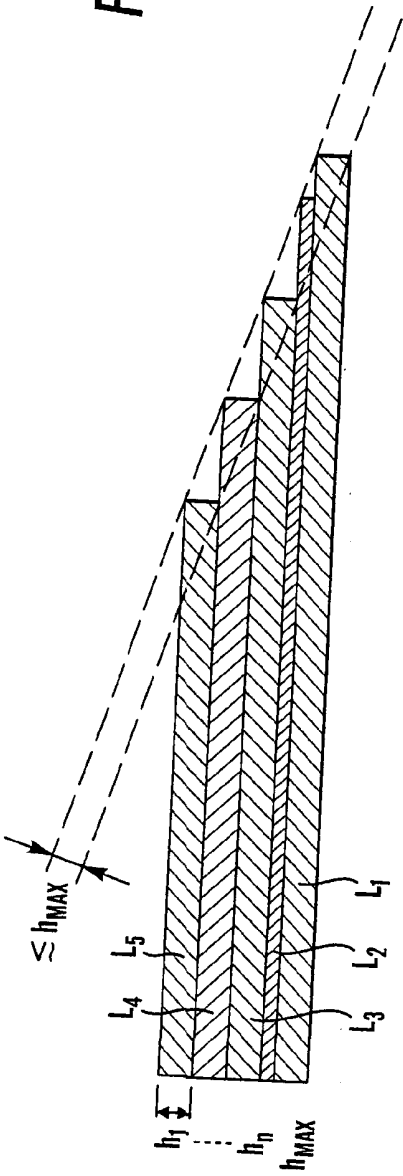
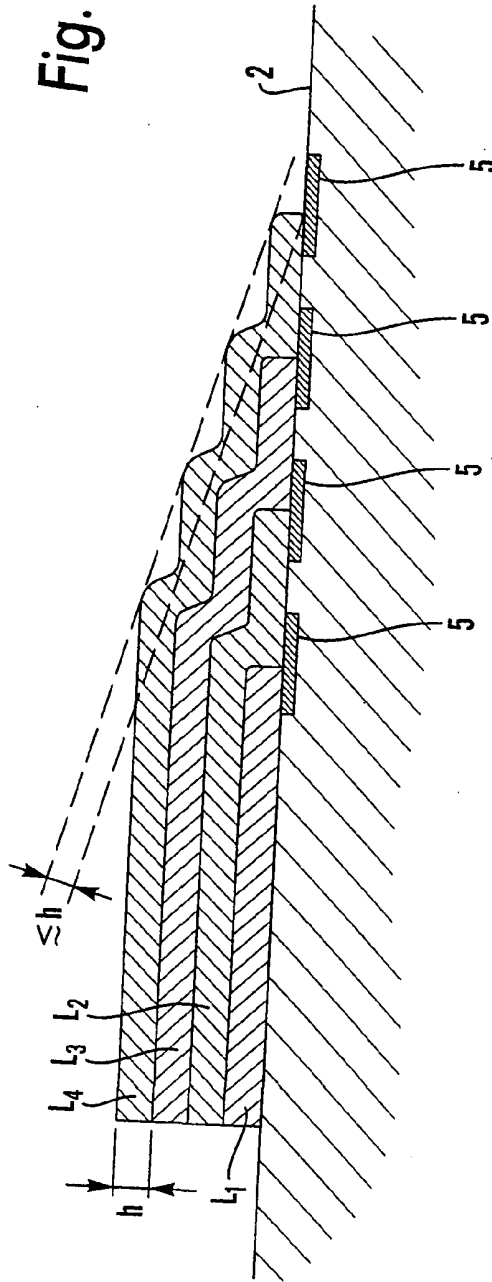


Fig. 9b



11/16

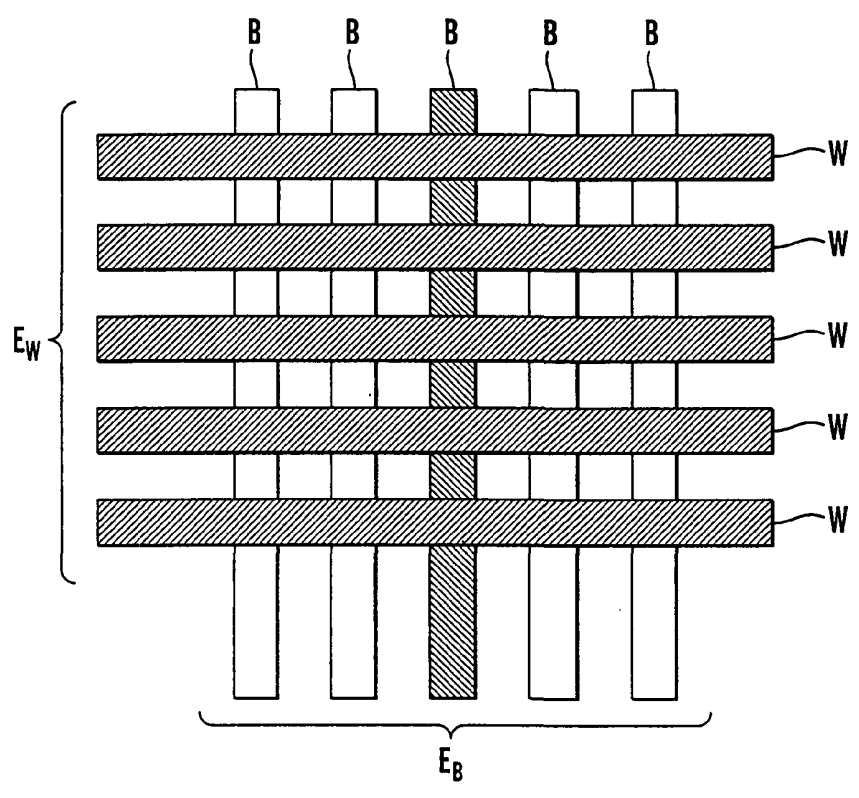
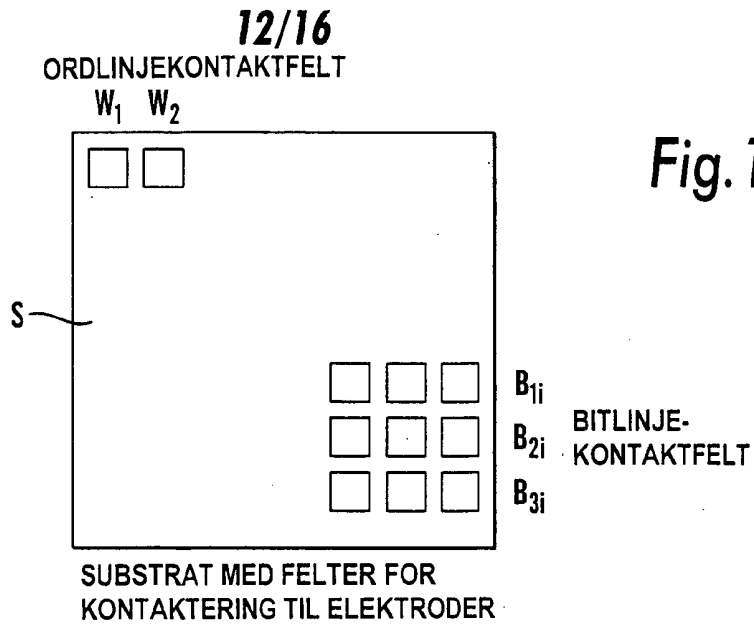
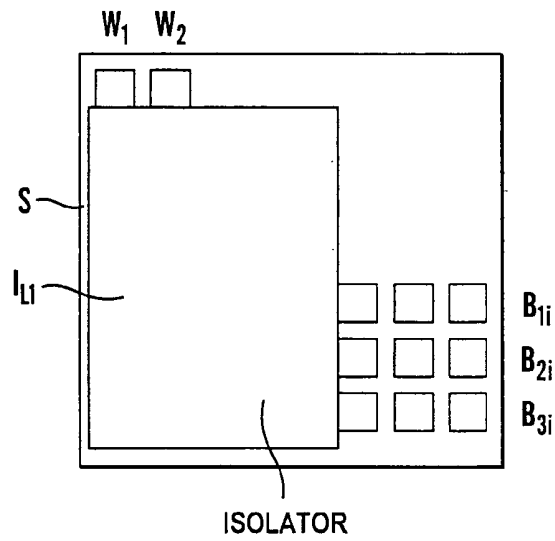


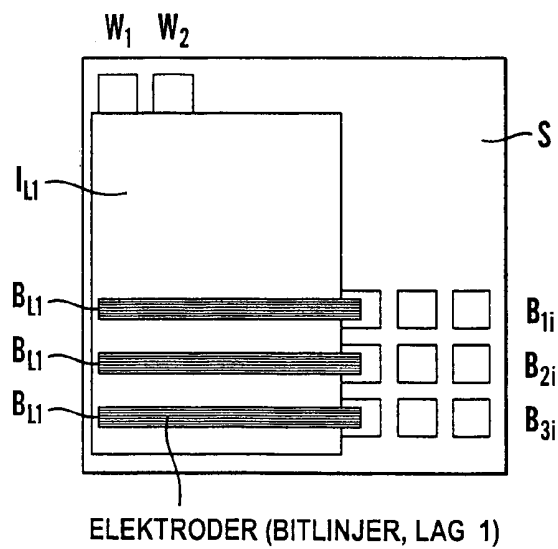
Fig. 10



*Fig. 11a*



*Fig. 11b*



*Fig. 11c*



13/16

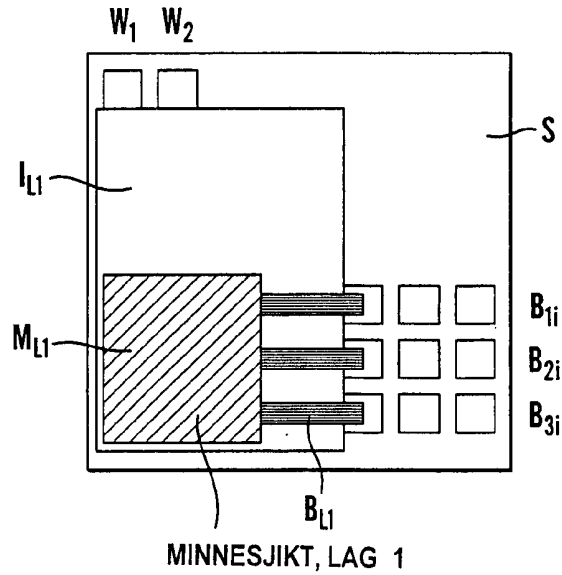


Fig. 11d

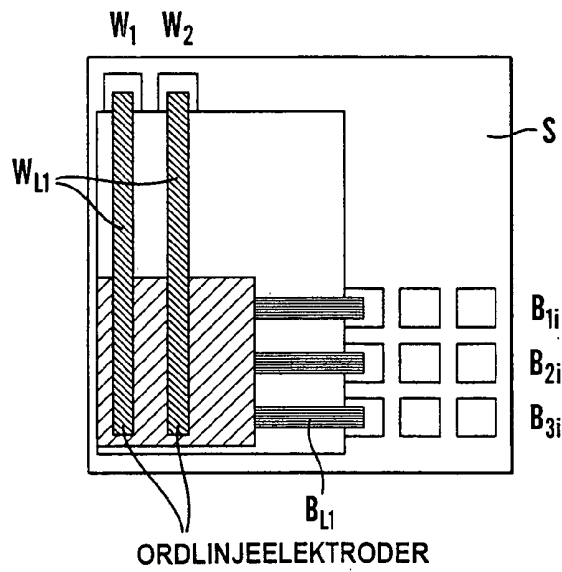


Fig. 11e

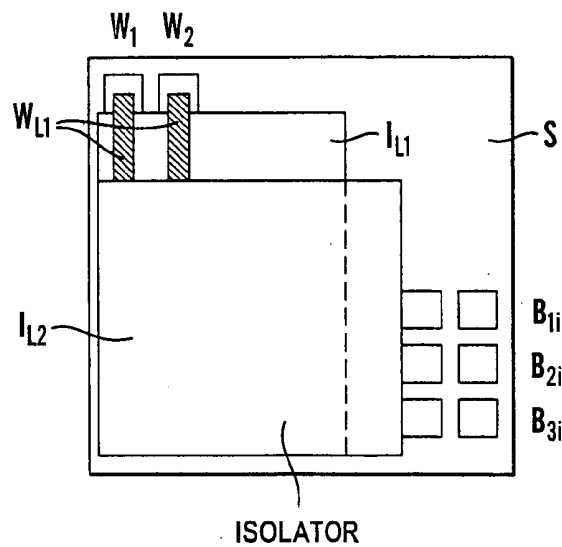


Fig. 11f

14/16

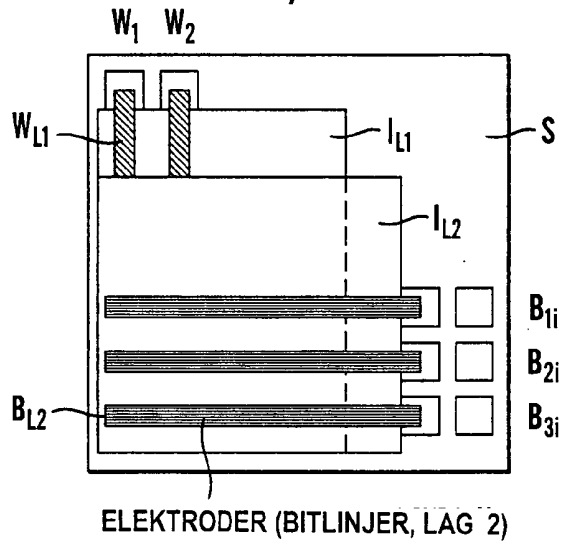


Fig. 11g

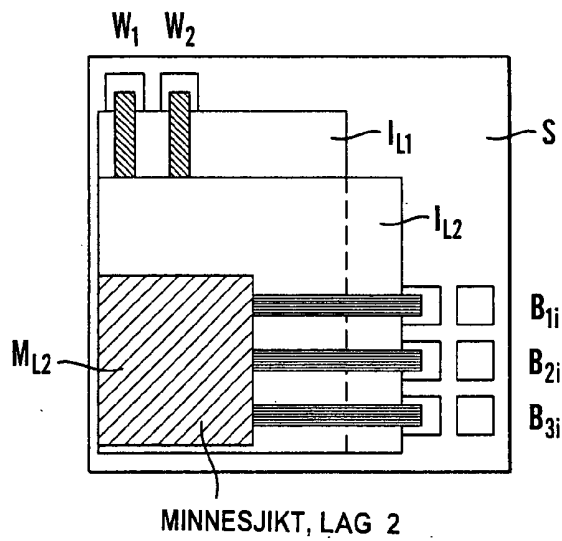


Fig. 11h

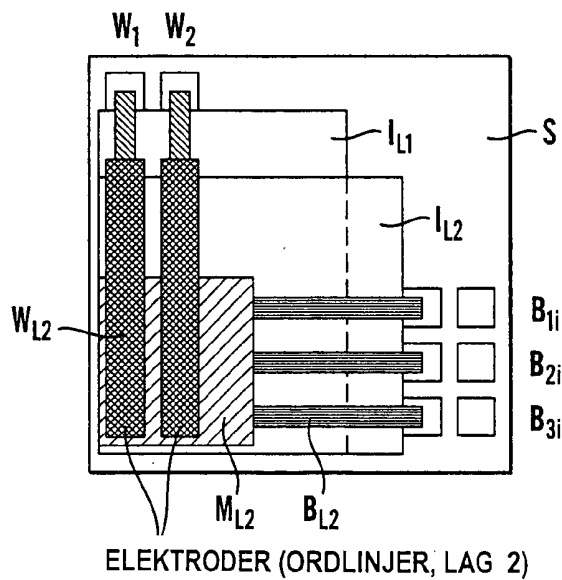


Fig. 11i

15/16

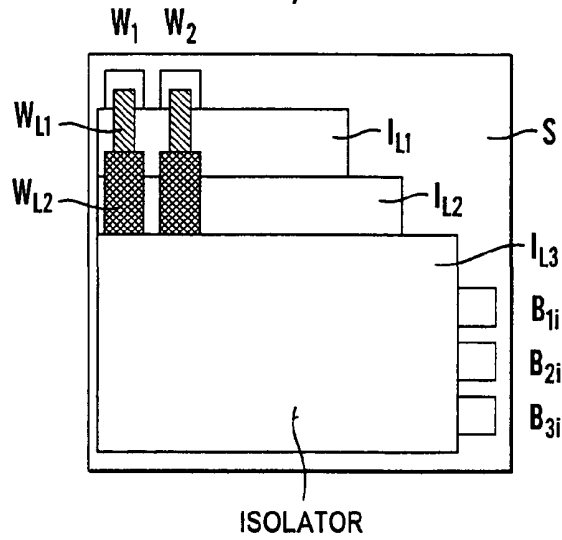


Fig. 11j

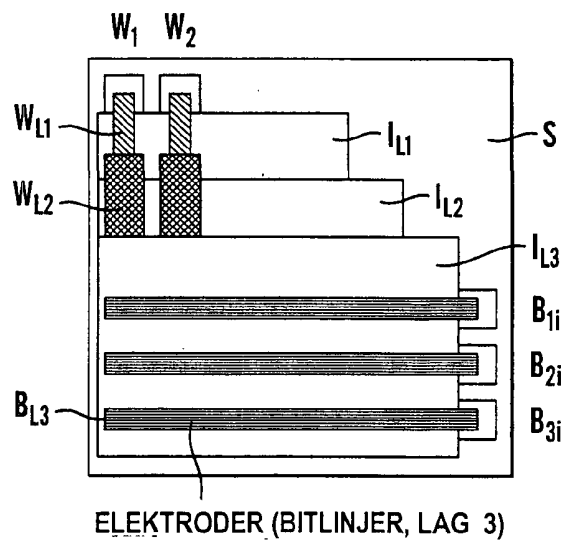


Fig. 11k

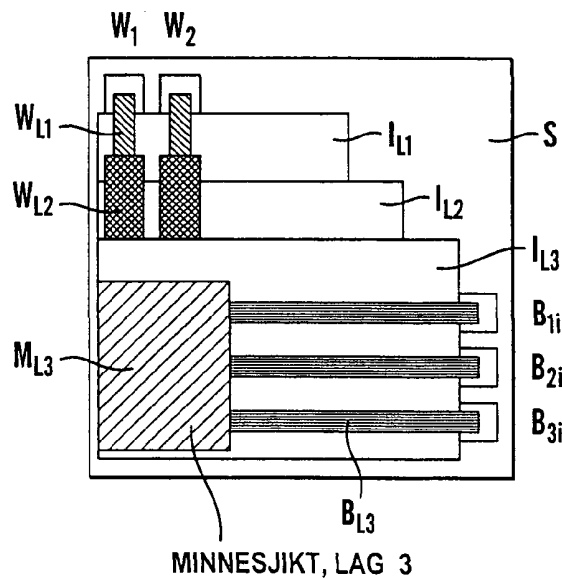


Fig. 11l

16/16

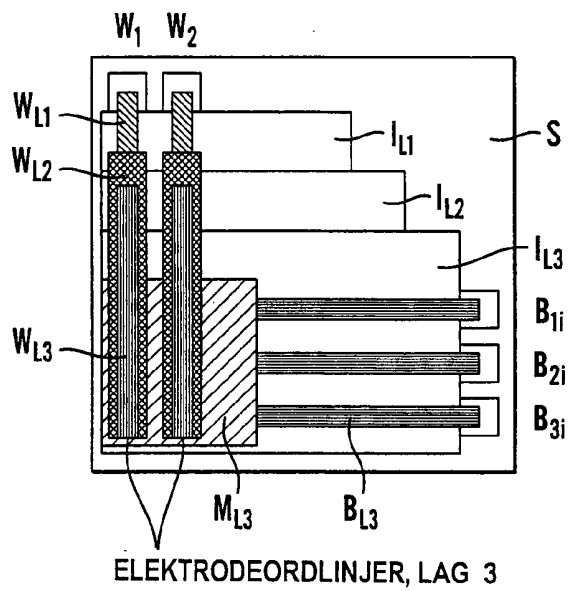


Fig. 1 1m