



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT



F 1 0 0 0 1 1 5 5 0 0 B

(10) FI 115500 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

13.05.2005

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04R 19/04

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20000661

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

21.03.2000

(24) Alkuperäivä - Löpdag

21.03.2000

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

22.09.2001

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nokia Oyj, Helsinki, Keilalahdentie 4, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •VTI Hamlin Oy, Martinkyläntie 17a, 01620 Vantaa, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Torkkeli, Ahti Kaleva, Tikankolo 4 B 5, 02660 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab

Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä kalvoanturin valmistamiseksi

Förfarande för att tillverka en membrandetektor

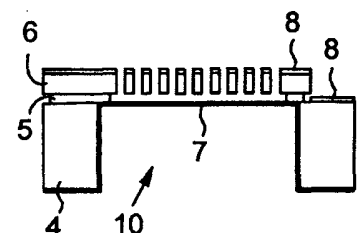
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 4021661 A, DE 19741046 C

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tämän keksinnön kohteena on paine-eroanturi, jonka eräs suoritusmuoto on mikrofoni. Paine-eroanturiin kuuluu: johtavasta materiaalista valmistettu taipuisa kalvo (7), joka muodostaa paine-eroanturin ensimmäisen elektrodin, ja johtavasta materiaalista valmistettu rei'itetty levy (6), joka levy on olennaisesti jäykempi kuin mainittu kalvo (7), joka levy on järjestetty välimatkan päähän kalvosta, ja joka levy muodostaa paine-eroanturin toisen elektrodin. Ominaisuuksiltaan mahdollisen hyvän paine-eroanturin aikaansaamiseksi kuuluu paine-eroanturiin substraatti (4), jonka läpi ulottuu ontelo (10), jonka seinämät muodostuvat mainitusta substraatista (4). Kalvo (7) on tiiviisti liitetty ontelon (10) seinämiin, jolloin kalvo muodostaa tiiviin seinämän mainitussa ontelossa, ja mainittu rei'itetty levy (6, 6') on kiinnitetty substraattiin eristekerroksella (5).

Uppfinningen avser en tryckskillnadsgivare, varvid en av dess utförandeformer utgöres av en mikrofon. Till sagda tryckskillnadsgivare hör: ett av ett ledande material framställt böjligt membran (7), vilket bildar en första elektrod i sagda tryckskillnadsgivare, samt en av ett ledande material framställd perforerad platta (6), vilken är väsentligt mycket styvare än sagda membran (7), varvid sagda platta är arrangerad på ett visst avstånd från sagda membran och som bildar en andra elektrod i sagda tryckskillnadsgivare. För att åstadkomma en till sina egenskaper möjligast god tryckskillnadsgivare hör till sagda tryckskillnadsgivare ett substrat (4), genom vilket sträcker sig en hålighet (10), vars väggar bildas av sagda substrat (4). Sagda membran (7) är tätt anslutet till hålighetens (10) väggar, varvid membranet bildar en tät vägg i sagda hålighet och sagda perforerade platta (6, 6') är fäst i substratet med hjälp av ett isolations-skikt (5).



Menetelmä kalvoanturin valmistamiseksi

Tämä keksintö liittyy kapasitiivisen kalvoanturin valmistamiseen mikromekaanisin valmistusmenetelmin. Kalvoanturilla tarkoitetaan tässä ha-
5 kemuksessa yleisesti anturia, jonka avulla voidaan muodostaa sähköpiireillä käsiteltäviä signaaleja, jotka ovat vasteellisia anturin kalvon asennolle ja/tai liikkeille. Esimerkkejä kalvoantureista ovat paine-eroanturi sekä mikrofoni, joka on paine-eroanturin eräs akustisella alueella toimiva erikoistapaus. Seuraa-
vassa keksintöä selostetaan esimerkinomaisesti ensisijaisesti paine-eroantu-
10 reihin viittaamalla. On kuitenkin huomattava, että keksintöä voidaan hyödyntää myös muissa yhteyksissä.

Ennestään tunnetaan kuviossa 1 esitetty paine-eroanturi, jossa on hyödynnetty piisubstraattia paine-eroanturin rei'itettynä taustalevynä 1, joka muodostaa paine-eroanturin toisen elektrodin. Kuviossa 1 esitetään poikkileik-
15 kaus paine-eroanturista. Kyseinen rei'itetty taustalevy 1 muodostuu suhteellisen paksusta kerroksesta yksikiteistä substraattipiitä, jota valmistuksen yhteydessä on rei'itetty diffuusoimalla tai etsaamalla. Valmistuksen yhteydessä rei'itetyin taustalevyn 1 päälle on kasvatettu eristekerros 3 ja taipuva kerros 2.

Tämän tunnetun paine-eroanturin heikkoutena on se, että sen val-
20 mistus vaatii useita vaiheita sekä maskitasoja. Muun muassa eristekerroksen kasvatus vaatii oman aikaa vievän työvaiheen. Lisäksi taustalevyn 1 rei'itys on vaikea saada optimaalisen tiheäksi, koska tiheän rei'ityksen vaatimaa tarkkaa kuviointia on vaikea tehdä paksun piisubstraatin läpi (kuviossa 1 alapinnalta). Riittävän tiheän taustalevyn 1 rei'itys voidaan kyllä saada aikaan etsaamalla
25 ensimmäisenä vaiheena piisubstraattiin kuoppia (kuviossa 1 yläpinnalle) ja täyttämällä ne eristekerroksen 3 kasvatusvaiheessa, mutta tämä menetelmä asettaa erikoisvaatimuksia taustalevyn 3 reikien etsausprofiilille sekä eristekerroksen 3 kasvatusprosessin portaanpeitolle. Lisäksi tällä menetelmällä voidaan täyttää ainoastaan pieniä kuoppia.

30 Taustalevyn rei'ityksellä on erittäin suuri merkitys paine-eroanturin ominaisuuksille, koska kyseinen rei'itys määrää käytännössä sen miten helposti ilma pääsee virtaamaan kuvion 1 kalvon 2 alapuoliseen tilaan. Mikäli ilmavirtaus on huono kärsivät paine-eroanturin ominaisuudet tästä.

Ennestään tunnetaan lisäksi kahdesta tai useammasta piikiekosta
35 bondaamalla, eli liittämällä, valmistettu mikrofoni. Tämän tunnetun mikrofonin valmistus on kuitenkin hyvin hankalaa.

Tämän keksinnön tarkoitus on ratkaista edellä selostetut ongelmat, ja saada aikaan menetelmä, joka mahdollistaa ominaisuuksiltaan entistä paremman kalvoanturin valmistuksen siten, että valmistus on helpompaa kuin tunnetuissa ratkaisuissa. Nämä päämäärät saavutetaan patenttivaatimuksen 1 mukaisella menetelmällä kalvoanturin, kuten paine-eroanturin tai mikrofonin valmistamiseksi. On huomattava, että keksinnön mukainen menetelmä ei edellytä menetelmään kuuluvien vaiheiden suorittamista patenttivaatimuksessa 1 luetellussa järjestyksessä, vaan menetelmävaiheet voidaan suorittaa poikkeavassa järjestyksessä, kuten ilmenee oheisten kuvioden yhteydessä selostetuista esimerkeistä.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä kalvoanturi valmistetaan kerrosrakenteisesta aihioista, jossa on kaksi kerrosta, joiden välissä on eristämateriaalikerros. Ensimmäinen ja toinen kerros voivat olla sähköä johtavia. Eräs soveltuva aihio on SOI-kiekkio (Silicon-On-Insulator), jota on kaupallisesti saatavana. Tällaisesta aihioista kalvoanturin valmistus voidaan toteuttaa yksinkertaisesti poistamalla materiaalia aihioista, jolloin ainoastaan taipuvan kalvon muodostaminen edellyttää uuden materiaalikerroksen kasvattamista. Keksinnön mukaisen kalvoanturin valmistus on näin ollen helpompaa kuin tunnetuissa ratkaisuissa.

Keksinnön kohteena on lisäksi patenttivaatimuksen 8 mukainen paine-eroanturi sekä patenttivaatimuksen 13 mukainen mikrofonin rakenne mahdollistaa sen, että rei'itetty levy voidaan rei'ittää entistä tiiviimmin, mikä parantaa ilman kulkua kyseisten reikien läpi, jolloin lopputuloksena on ominaisuuksiltaan entistä parempi paine-eroanturi ja vastaavasti mikrofonin rakenne mahdollistaa uuden valmistusmenetelmän hyödyntämisen, jolloin paine-eroanturin ja vastaavasti mikrofonin valmistuskustannukset alenevat.

Eräessä keksinnön mukaisen paine-eroanturin ja vastaavasti mikrofonin edullisessa suoritusmuodossa hyödynnetään siltatyypistä rakennetta. Tällöin toisena elektrodina toimivan rei'itetyn levyn pinta-ala on olennaisesti pienempi kuin substraatin läpi ulottuvan ontelon poikkileikkaus. Rei'itetyn levyn rei'itetty alue on varsien avulla järjestetty ontelon keskiosan yläpuolelle siten, että rei'itetty alue käytännössä sijaitsee taipuisan kalvon liikkuvan alueen keskiosan yläpuolella. Tällä siltatyypisellä rakenteella saavutetaan se etu, että rei'itetyn levyn elektrodialue on keskitetty kalvon eniten taipuvan keskialueen

päälle. Näin ollen kalvon reuna-alueiden aiheuttamat parasiittiset reunakapasitanssit saadaan minimoitua, jolloin rakenteella saavutetaan entistä parempi erotuskyky ja herkkyys.

5 Eräessä keksinnön mukaisen paine-eroanturin ja mikrofonin edullisessa suoritusmuodossa rei'itetyn levyn päälle muodostetaan toinen eristekerros ja toinen kalvo. Tällöin rei'itetyn levyn keskiosaan on järjestetty liikkuva alue, joka eristekerrosten välityksellä liittää kalvot toisiinsa siten, että myös toinen kalvo liikkuu ontelossa sijaitsevan kalvon mukana. Toinen kalvo muodostaa kyseisessä rakenteessa lisäelektrodin, jonka ansiosta rakenteella saavutetaan entistä suurempi kapasitanssimodulaatio ja entistä parempi suorituskyky sekä herkkyys.

Keksinnön mukaisen menetelmän, paine-eroanturin, ja mikrofonin edulliset suoritusmuodot ilmenevät oheisista epäitsenäisistä patenttivaatimuksista 2 - 7, 9 - 12 ja 14 -18.

15 Keksintöä selostetaan seuraavassa esimerkinomaisesti lähemmin viittaamalla oheisiin kuvioihin, joista:

kuvio 1 esittää tekniikan tason mukaisen paine-eroanturin rakennetta,

20 kuviot 2a - 2c esittävät keksinnön mukaisen paine-eroanturin ensimmäistä edullista suoritusmuotoa,

kuvio 3 esittää keksinnön mukaisen paine-eroanturin toista edullista suoritusmuotoa,

kuviot 4a - 4f havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ensimmäistä edullista suoritusmuotoa,

25 kuviot 5a - 5d havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän toista edullista suoritusmuotoa,

kuvio 6 havainnollistaa keksinnön mukaisen mikrofonin akustisen resistanssin pienentämistä,

30 kuviot 7a - 7i havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ja paine-eroanturin kolmatta edullista suoritusmuotoa,

kuvio 8 havainnollistaa keksinnön mukaisen paine-eroanturin neljättä edullista suoritusmuotoa, ja

kuviot 9a - 9f havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ja paine-eroanturin neljättä edullista suoritusmuotoa.

35 Kuviot 2a - 2c esittävät keksinnön mukaisen paine-eroanturin ensimmäistä edullista suoritusmuotoa. On huomattava, että mikrofoni on eräs

paine-eroanturin suoritusmuoto, minkä vuoksi kuvioihin liittyvä kuvaus koskee myös mikrofonia, vaikka jatkossa keksintöä selostetaankin lähinnä paine-eroanturiin viittaamalla.

Kuviossa 2a keksinnön mukainen kapasitiivinen paine-eroanturi
5 nähdään sivusta leikattuna, kuviossa 2b päältä katsottuna ja kuviossa 2c alta katsottuna. Kuvioden 2a - 2c paine-eroanturi on valmistettu SOI-kiekosta, jossa piisubstraatin 4 päällä on eristekerros 5 (1 - 2 μ m) ja sen päällä suhteellisen paksu piikerros, joka muodostaa rei'itetyn levyn 6 (5-50 μ m). Yhdestä SOI-kiekosta tai SOI-aihiosta voidaan kerralla valmistaa jopa satoja paine-
10 eroantureita, joiden koko on sellainen, että ne voidaan haluttaessa koteloida integroidun piirin koteloon. Näin ollen keksintö mahdollistaa sellaisen integroidun piirin valmistamisen, johon sisältyy paine-eroanturi tai mikrofoni.

Paine-eroanturissa on taipuva kalvo 7, joka on valmistettu moniki-
teisestä piistä. Jotta paine-eroanturi voitaisiin liittää sähköpiiriin, on rei'itetylle
15 levyille 6 ja piisubstraatille 4 muodostettu metalloidut kontaktipadit 8. Piisubstraatin läpi on muodostettu paineentasauskapillaari 9, joka mahdollistaa mikrofonikäytössä paineentasauksen.

Kuvioden 2a - 2c paine-eroanturin ensimmäinen elektrodi muo-
dostuu taipuvasta kalvosta 7, joka on järjestetty piisubstraatin 4 läpi ulottuvaan
20 onteloon 10 siten, että kalvo liittyy ontelon seinämiin. Näin ollen kalvo muodostaa painevaihteluiden mukaisesti liikkuvan (taipuvan) väliseinän onteloon 10. Kuvioden 2a - 2c suoritusmuodossa kalvon 7 ja piisubstraatin 4 välillä on lisäksi sähkökontakti. Näin ollen paine-eroanturissa on vain kaksi toisistaan eristettyä osaa, jolloin säästetään kontaktointivaiheita.

25 Kuvioden 2a - 2c paine-eroanturin toisen elektrodin muodostaa rei'itetty levy 6. Kyseinen levy on selvästi jäykempi kuin kalvo 7. Näin ollen levy 6 ei liiku painevaihteluiden yhteydessä vaan se pysyy paikallaan ja sallii ilman (tai muun aineen) virtauksen reikiensä läpi. Ilmanpaineen muutokset aiheuttavat näin ollen sen, että etäisyys kalvon 7 ja rei'itetyn levyn 6 välillä
30 muuttuu, jolloin kyseisestä etäisyyden muutoksesta voidaan synnyttää muutokselle verrannollinen sähkösignaali sinänsä tunnetusti, kun paine-eroanturi kytketään sähköpiiriin kontaktipadien 8 välityksellä.

Kuvio 3 esittää keksinnön mukaisen paine-eroanturin toista edullista suoritusmuotoa. Kuvion 3 paine-eroanturi on siltatyypinen paine-eroanturi.
35 Kyseinen paine-eroanturi vastaa muilta osin kuvioden 2a - 2c suoritusmuotoa, mutta kuvion 3 tapauksessa rei'itetyn levyn 6' reiät on kerätty alueelle, joka

sijaitsee kalvon 7 keskiosan yläpuolella. Ainoastaan levyyn 6' kuuluvat varret 11 ulottuvat rei'itetystä alueesta ontelon 10 seinämien kuviteltujen jatkeiden ulkopuolelle, kuten kuviossa 3 nähdään.

5 Kuvion 3 siltatyypisellä rakenteella saavutetaan se etu, että rei'itetyn levyn 6' elektrodialue on keskitetty kalvon 7 eniten taipuvan keskialueen päälle. Näin ollen kalvon reuna-alueiden aiheuttamat parasiittiset reunakapasitanssit saadaan minimoitua, jolloin rakenteella saavutetaan entistä parempi erotuskyky ja herkkyys.

10 Kuviot 4a - 4f havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ensimmäistä edullista suoritusmuotoa.

Kuviossa 4a nähdään kerrosrakenteinen SOI-kiekko sivusta katsottuna, ja kuviossa 4b nähdään SOI-kiekko ontelon 10 muodostamisen jälkeen sivusta leikattuna (vasen kuva) ja alhaalta katsottuna (oikea kuva).

15 Ontelo 10 muodostetaan etsaamalla. Aluksi SOI-kiegon takapinta kuvioidaan esimerkiksi litografisesti, jonka jälkeen piisubstraatti etsataan kunnes ontelo 10 ulottuu SOI-kiegon eristekerrokseen 5 asti. Piisubstraatin etsauksessa voidaan käyttää anisotrooppista märkäetsausta, esimerkiksi KOH (kalium hydroksidi) tai TMAH (tetra metyyli ammonium hydroksidi). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää plasmalla tehtävää syväetsausta (ICP, inductively
20 coupled plasma). ICP etsauksella saavutetaan se etu, että mikrofoniikäytössä tarvittava paineentasaus voidaan toteuttaa kapealla uralla 9, joka etsataan samassa vaiheessa kuin piisubstraatin läpi ulottuva ontelo 10.

ICP etsauksen käyttö substraatin läpi ulottuvan ontelon muodostamiseen tuo mukaan myös sen edun, että taipuvan kalvon muoto voidaan opti-
25 moida. Perinteisessä piin anisotrooppisessa märkäetsauksessa joudutaan rajoittumaan suorakaiteen muotoisiin kalvoihin. Esimerkiksi pyöreä kalvo taipuu kuitenkin 20% enemmän kuin neliönmuotoinen kalvo, jolla on sama pinta-ala. Pyöreässä kalvossa myös reunaviiva on pinta-alan suhteen minimoitu, jolloin parasiittiset reunakapasitanssit pienenevät.

30 Kuviossa 4c havainnollistetaan taipuisan kalvon 7 kasvatusta. Taipuisa kalvo voidaan valmistaa polypiistä (monikiteinen pii) kasvattamalla, esimerkiksi CVD-menetelmällä (chemical vapour deposition). Taipuisa kalvo 7 kasvaa tasaisesti kaikille vapaille pinnoille. Sopivan polypiiin paksuus on noin yksi mikrometri. Polypii kasvaa myös substraatin 4 alapinnalle sekä levyn 6
35 yläpinnalle, mutta sitä ei keksinnön mukaisesti tarvitse poistaa.

Kuviossa 4c on esitetty, että taipuvan kalvon kasvatuksen yhteydessä polypii kasvaa ainoastaan onteloon ja substraatin alapinnalle. Todellisuudessa myös reiitetyn levyn 6 yläpinnalle (käytetystä menetelmästä riippuen) voi kasvaa polypiitä kalvon 7 kasvatuksen yhteydessä. Kyseistä reiitetyn
5 levyn pinnalle kasvanutta polypiitä ei tarvitse poistaa, vaan se voidaan jättää paikalleen, jolloin se muodostaa osan reiitetystä levystä.

Ennen kalvon kasvatusta voidaan kuvioiden 4a - 4f suoritusmuodosta poiketen eristekerrosta karhentaa etsaamalla eristekerrosta ontelon kautta. Tällöin kalvon pinnasta tulee kasvatuksen jälkeen karhea. Tällä saavutetaan se etu, että kalvo ei tartu paineanturin käytön aikana reiitettyyn
10 levyyn yhtä herkästi kuin sileä kalvo. Kalvon 7 vetojännitystä voidaan säätää lämpökäsittelyllä ja seostusta voidaan tehdä johtavaksi kasvatusvaiheen aikana tai jälkeensä ioni-istuttamalla tai diffuosoimalla. Kalvo 7 muodostaa sähköisen kontaktin substraatin 4 kanssa.

15 Mikäli paine-eroanturissa halutaan paksumpi ilmarako kalvon 7 ja reiitetyn levyn 6 välillä kuin SOI-kiekon eristekerroksen 5 paksuus on, niin tällöin voidaan eristekerroksen paksuutta kasvattaa ontelon 10 kautta ennen kalvon 7 kasvatusta. Eristekerroksen paksuutta voidaan kasvattaa esimerkiksi CVD-oksidilla.

20 Kuviossa 4d on havainnollistettu reikien muodostamista reiitettyyn levyyn 6. Kuviossa 4d aihio nähdään leikattuna sivusta (vasen kuva), ja ylhäältä katsottuna (oikea kuva).

Reiitettyyn levyyn 6 muodostetaan reikiä etsaamalla. Aluksi haluttu kuvio kuvioidaan litograafisesti levyn pintaan käyttämällä kaksipuolista kohdistusta. Tämän jälkeen reiät etsataan levyyn 6 eristekerrokseen 5 asti. Etsauksessa voidaan käyttää anisotrooppista märkäetsausta tai ICP etsausta. ICP etsauksella saavutetaan se etu, että reiitys voidaan tehdä optimaalisen tiheäksi ja lisäksi etsauksessa voidaan hyödyntää ICP etsauksen "notching" ilmiötä, jolloin mikrofonin ilmaraon akustinen resonanssi pienenee (vertaa kuvio
25 6). Lisäksi taipuvan kalvon tarttumisriski vähenee pienemmän kontaktipinta-alan ansiosta.

Kuvion 4d oikeasta kuvasta poiketen reiitetystä taustalevystä 6 voidaan myös tehdä siltatyypinen, kuten kuviossa 3 on esitetty.

35 Kuvio 4e havainnollistaa eristekerroksen poistamista. Eristekerros poistetaan etsaamalla sellaisessa liuoksessa, joka syövyttää pois eristekerroksen kalvon ja reiitetyn levyn väliseltä alueelta, mutta joka ei olennaisesti poista

materiaalia substraatista tai rei'itetystä levystä. SOI-kiekossa eristekerroksen materiaali voi olla esimerkiksi piidioksiidia, jolloin esimerkiksi HF-liuos (fluorivetyhappo) tai PSG-liuos (ammoniumfloridi, etikkahappo, vesi) soveltuvat sen poistamiseen.

- 5 Eristekerroksen poistamiseen liittyä etsaus etenee myös rei'itetyn levyn ulkoreunojen alle sivusuunnassa saman verran kuin taipuvan kalvon alueella, mutta koska rei'itetyn levyn reikien väli on vain muutama mikrometri, niin ilmiöstä ei ole haittaa. Eristekerroksen poistamisen jälkeen kalvo 7 vapautuu siten, että se voi liikkua (venyä) ontelossa.
- 10 Kuvio 4f havainnollistaa keksinnön mukaisella menetelmällä valmistetun paine-eroanturin metallointia. Koska rei'itetynä levynä 6 käytetään suhteellisen paksua SOI-kiekon kerrosta, niin metallointi voidaan tehdä viimeisenä vaiheena ilman maskia. Metallointi voidaan tehdä sputteroimalla ohut kerros metallia (esim. alumiinia) ilman, että metallin jännityksestä tai lämpö-
- 15 laajenemisesta aiheutuu haittaa. Sopiva metallin paksuus on puolet eristekerroksen paksuudesta, jolloin metallointi ei pysty oikosulkemaan rei'itettyä levyä 6 ja substraattia 4. Rei'itetyn levyn reikien kohdille muodostuu myös kalvolle 7 metallitäpliä, mutta koska metallitäplät eivät muodosta yhtenäistä kalvoa, niin ne eivät aiheuta merkittäviä jännityksiä.
- 20 Metallointi voidaan edellisestä poiketen suorittaa maskilla, jolloin kalvolle ei muodostu metallitäpliä, ja metallikerroksen paksutta voidaan kasvattaa ilman riskiä, että se oikosulkisi levyn 6 ja substraatin 4. Ainakin silta-tyyppisen rei'itetyn levyn yhteydessä on syytä käyttää mekaanista maskia, jolloin kontaktimetallia kertyy ainoastaan kontaktipadien 8 alueella.
- 25 Kuviot 5a - 5d havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän toista edullista suoritusmuotoa. Kuvioiden 5a - 5d suoritusmuoto vastaa muilta osin kuvioiden 4a - 4f suoritusmuotoa, mutta kuviossa 4b toteutettu ontelon muodostamisen sijasta ontelo muodostetaan kuvioiden 5a - 5d välivaiheiden kautta.
- 30 Kuviossa 5a substraattiin etsataan useita sisäkkäisiä renkaita 12 siten, että ne ulottuvat substraatin 4 läpi eristekerrokseen 5 asti. Renkaat voidaan etsata esimerkiksi ICP etsausta käyttämällä.
- 35 Kuviossa 5b on eristekerroksen 5 paksuutta ohennettu etsaamalla, jolloin materiaalia on poistunut renkaiden 12 kautta. Tämän jälkeen siirrytään kuvion 5c mukaiseen vaiheeseen, jossa märkäetsaamalla poistetaan renkai-

den 12 välillä ollet seinämät, siten, että substraattiin muodostuu yhtenäinen ontelo 10.

Kuviosta 5c havaitaan, että eristekerroksen pintaan 5 on muodostunut uria. Kun seuraavassa valmistusvaiheessa kasvatetaan kalvo 7 eristekerroksen 5 pintaan (vastaavasti kuin kuvion 4c yhteydessä on selostettu) saadaan aikaan korrugoitu, eli mutkittileva kalvo 7. Kun kalvo tämän jälkeen vapautetaan sen yläpuolella sijaitsevasta eristekerroksesta syövyttämällä pois kyseinen eristekerros kuvion 4e yhteydessä selostetulla tavalla on lopputuloksena se, että kuvioiden 5a - 5d mukaisella suoritusmuodolla saadaan aikaan 10 kalvo, jossa on pienempi jännitys, kuin mitä kuvioiden 4a - 4f mukaisesti valmistetun paine-eroanturin kalvossa.

Kuvio 6 havainnollistaa keksinnön mukaisen mikrofonin akustisen resistanssin pienentämistä. Kuviossa 6 nähdään reiitetyin levyin 6 alaosa sekä kalvo 7. Kuviossa 6 on nuolilla havainnollistettu ilman virtausta levyin 6 ja kalvon 7 välisessä raossa. Vasemmassa kuvassa reiitetyin levyin 6 reikien välis- 15 ten seinämien kulmat ovat teräviä, jolloin ilmavirtaus on huonompaa kuin oikeanpuoleisessa kuvassa, jossa kulmat 14 on pyöristetty.

Kulmien 14 pyöristys perustuu kuvion 4d yhteydessä mainittuun notching ilmiöön. Notching ilmiö tarkoittaa, että ylietsauksen seurauksena 20 syntyviä sivusuuntaisia onkaloita. Kyseiset onkalot saadaan aikaan kun kuvion 4d ICP etsausta, jossa reiitettyyn levyyn muodostetaan reikiä jatketaan riittävän kauan, eli vielä senkin jälkeen kun reiät jo ulottuvat eristekerrokseen asti.

Kuviot 7a - 7i havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ja paine-eroanturin kolmatta edullista suoritusmuotoa. Kuvioiden 7a - 7i suoritusmuoto poikkeaa kuvioiden 4a - 4f mukaisesta suoritusmuodosta sikäli, että 25 kuvioiden 7a - 7i tapauksessa suoritetaan lisätyövaiheita, joita on havainnollistettu kuvioiden 7b - 7c yhteydessä, ja joiden ansiosta saadaan aikaan lisäelektrodi paine-eroanturiin.

Kuviossa 7a on esitetty kerrosrakenteinen SOI-kiekkoo, jota voidaan 30 hyödyntää paine-eroanturin valmistuksessa. Kyseessä on näin ollen vastaava aihio kuin kuvioiden 4a - 4f mukaisessa suoritusmuodossa.

Kuvio 7b työvaiheessa paine-eroanturin valmistus aloitetaan reiittämällä paine-eroanturin reiitetty levy 6" etsaamalla, vastaavasti kuin kuvion 4d yhteydessä on selostettu. Kuvion 7b vasemmassa kuvassa SOI-kiekkoo 35 nähdään sivusta leikattuna, ja oikeassa kuvassa päältä katsottuna. Reiitettyyn levyyn 6" muodostetaan kuvion 7b tapauksessa sellainen kuvio, johon kuuluu

rei'itetyn levy 6" keskiosassa sijaitseva muusta kerroksesta uralla erotettu ankkurialue 15.

Kuvion 7c työvaiheessa rei'itetyn levyn 6" reiät ja ankkurialuetta 15 ympäröivä ura kasvatetaan umpeen esim. CVD oksidilla. Oksidi muodostaa
5 samalla toisen eristekerroksen 16 rei'itetyn levyn 6" päälle.

Toisen eristekerroksen 16 kasvattamisen jälkeen paine-eroanturin valmistusta jatketaan vastaavilla työvaiheilla mitä on selostettu kuvioden 4b - 4f yhteydessä. Aluksi etsataan ontelo 10 kuvion 7d työvaiheessa. Kuvion 7d vasemmassa kuvassa nähdään paine-eroanturi sivusta leikattuna, ja oikeassa
10 kuvassa alhaalta katsottuna.

Mikrofonin valmistuksen yhteydessä (joka on paine-eroanturin erityinen sovellutusmuoto) tulee rakenteeseen järjestää paineentasausaukko, joka avautuu onteloon 10. Kyseinen paineentasausaukko 9 voidaan ontelon 10 etsauksen yhteydessä etsata ontelosta 10 substraatin 4 läpi substraatin
15 ulkopintaan kuten kuviossa 7d on esitetty. Vaihtoehtoisesti, mikäli paineentasausaukkoa ei haluta järjestää substraatin läpi kuten kuvioissa on esitetty, voidaan se keksinnön mukaisesti toteuttaa siten, että kalvoon 7 muodostetaan reikä, joka sallii ilman virtauksen kalvon ylä- ja alapuolen välisten tilojen välillä. Tällainen kalvoon tehtävä paineentasausreikä voidaan valmistaa esimerkiksi
20 laserilla puhkaisemalla tai vaihtoehtoisesti etsaamalla kalvon ylä- tai alapuolelta fotoresististä maskia käyttämällä.

Kuvion 7e työvaiheessa kasvatetaan taipuva kalvo 7 polypiistä vastaavasti kuin kuvion 4c yhteydessä on selostettu. Kuviossa 7e nähdään, että taipuvan kalvon 7 kasvatuksen yhteydessä kasvaa samalla toinen kalvo
25 17 polypiistä toisen eristekerroksen 16 päälle.

Kuvion 7f työvaiheessa kuvioidaan etsaamalla toisen eristekerroksen 16 päälle kasvanut toinen taipuva kalvo 17 siten, että toisesta taipuvasta kalvosta 17 muodostuu rei'itetty lisäelektrodi. Kuvion 7f vasemmassa kuvassa paine-eroanturi nähdään sivusta leikattuna, ja oikeassa kuvassa ylhäältä kat-
30 sottuna.

Kuvion 7g työvaiheessa poistetaan eristekerrokset 5 ja 16 esimerkiksi etsaamalla HF-liuoksessa, vastaavasti kuin kuvion 4e yhteydessä on selostettu. Näin ollen eristekerrokset 5 ja 16 saadaan poistetuksi reikien ja ontelon 10 väliseltä alueelta siten, että ankkurialueen 15 keskelle jää eristettä 5 ja
35 16. Tällöin toinen taipuva kalvo 17, eli lisäelektrodi jää kytketyksi ankkurialue-

een 15 välityksellä taipuvaan kalvoon 7 ja ankkurialue 15 puolestaan tulee erotetuksi rei'itetystä levystä 6".

Lopuksi kuvion 7h työvaiheessa tehdään kontaktimetallointi mekaanisella maskilla, jolloin paine-eroanturiin saadaan muodostetuksi kontaktipadit

5 8. Kuviossa 7h nähdään vasemmassa kuvassa paine-eroanturi sivusta leikatuna, ja oikeassa kuvassa päältä katsottuna.

Toisen taipuvan kalvon 17 muodostaman lisäelektrodirakenteen muuttuva kapasitanssi C_{meas} mitataan rei'itetyn levyn 6" ja toisen taipuvan kalvon 7 väliltä kontaktipadeista 8 kuvion 7i mukaisesti. Koska toinen taipuva kalvo 17 on kytketty ankkurialueen 15 välityksellä taipuvan kalvon 7 keskelle, liikkuu se tasomaisena laattana yhtä paljon kuin taipuvan kalvon 7 eniten taipuva keskiosa. Näin saavutetaan suurempi kapasitanssimodulaatio ja entistä parempi erotuskyky ja herkkyys.

Sähköisen kontaktin muodostamiseksi toisen taipuvan kalvon 17 muodostama lisäelektrodi on kuvioitu siten, että sen rei'itettyltä alueelta johtaa kontaktipadille ohut johdinvarsi 18, joka nähdään esimerkiksi kuviossa 7h. Johdinvarren 18 tulee olla hento, jotta se estäisi mahdollisimman vähän toisen taipuvan kalvon 17 liikettä. Väännön estämiseksi johdinvarsia kannattaa olla symmetrisesti. Kuviossa 7h esitetty toisen taipuvan kalvon 17 muoto ja sen neljän johdinvarren asetelma on esimerkinomainen, muunkin muotoisia varsia voidaan käyttää.

Kuvio 8 havainnollistaa keksinnön mukaisen paine-eroanturin neljättä edullista suoritusmuotoa. Kuvion 8 suoritusmuoto poikkeaa aikaisemmista suoritusmuodoista sikäli, että siinä on käytetty substraattia 4', joka ei johda sähköä. Näin ollen taipuva kalvo 7 on kytketty sähköä johtavaan alustaan 8', joka muodostaa kuvion 8 mukaisen kalvoanturin ensimmäisen kontaktipadin. Toinen kontaktipadi 8 on sitävastoin järjestetty rei'itetyn levyn pinnalle, kuten aikaisempien suoritusmuotojen yhteydessä on selostettu.

Vaikka paine-eroanturin aikaisemmin selostettujen suoritusmuotojen yhteydessä on selostettu, että paine-eroanturissa käytetään johtavaa substraattia, on huomattava, että tämä on ainoastaan eräs vaihtoehto. Johtavan substraatin sijasta kyseisissä aikaisemmin selostetuissa suoritusmuodoissa voidaan käyttää kuvion 8 kaltaista johtavaa alustaa, joka on kytketty taipuusaan kalvoon, ja näin ollen myös sellaista substraattia, joka ei johda sähköä.

35 Kuviot 9a - 9f havainnollistavat keksinnön mukaisen menetelmän ja paine-eroanturin neljättä edullista suoritusmuotoa. Kuvioiden 9a - 9f suoritus-

muoto vastaa hyvin pitkälle kuvioiden 4a - 4f suoritusmuotoa. Merkittävin ero on siinä, että kuvioiden 9a - 9f tapauksessa osa menetelmään liittyvistä työvaiheista suoritetaan poikkeavassa järjestyksessä, jonka lisäksi suoritetaan muutama ylimääräinen työvaihe tarttumisenestokaulusten muodostamiseksi.

5 Kuvioiden 9a - 9f suoritusmuodossa paine-eroanturi voidaan valmistaa vastaavanlaisesta SOI-kiekosta kuin mitä kuvioiden 4a - 4f yhteydessä on selostettu. Kuvion 9a työvaiheessa on rei'itettyyn levyyn 6 valmistettu reiät etsaamalla.

10 Kuvion 9b työvaiheessa esimerkiksi piidioksiidista muodostuvaa eristekerrosta 5 etsataan lyhyesti, eli siten, että siihen muodostuu kuoppia vastaaviin kohtiin kuin rei'itettyssä levyssä 6 on reikiä.

Kuvion 9c työvaiheessa etsataan substraattiin 4 ontelo 10, kuten aikaisempien suoritusmuotojen yhteydessä on selostettu.

15 Kuvion 9d työvaiheessa kasvatetaan ontelon 10 kautta eristekerrokselle taipuva kalvo 7 esimerkiksi polypiistä. Samalla myös rei'itetylle levyllä 6 sekä kuviossa 9d näkyvälle eristekerroksen 5 yläpinnalle kasvaa kerros 19 polypiitä. Eristekerroksen yläpinnalle kasvaa polypiikerros 19 ainoastaan rei'itetyn levyn 6 reikien kohdalle.

20 Kuvion 9e työvaiheessa etsataan pois polypiikerros 19 rei'itetyn levyn 6 kuviossa 9e näkyvältä yläpinnalta. Etsaus voidaan toteuttaa plasmaetsauksella. Plasmaetsaus etsaa tyypillisesti vaakasuoria pintoja huomattavasti nopeammin kuin pystysuoria pintoja. Näin ollen polypiitä jää jäljelle rei'itetyn levyn 6 reikien sivupinnoille.

25 Kuvion 9f työvaiheessa eristekerros 5 on poistettu, esimerkiksi etsaamalla. Kuviossa 9f havaitaan, että rei'itetyn levyn 6 reikien sivupinnoille jäänyt polypiikerros 19 ulkonee jonkin verran rei'itetystä levystä 6 kohti kalvoa 7. Kyseiset polypiikerroksen 19 ulkonemat muodostavat näin ollen kauluksia, jotka vähentävät kalvon 7 tarttumisherkkyttä, eli ne estävät kalvoa tarttumasta rei'itettyyn levyyn 6.

30 On ymmärrettävä, että edellä oleva selitys ja siihen liittyvät kuvat on ainoastaan tarkoitettu havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Alan ammattimiehelle tulevat olemaan ilmeisiä erilaiset keksinnön variaatiot ja muunnelmat ilman että poiketaan oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnön suojapiiristä ja hengestä.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kalvoanturin, kuten paine-eroanturin tai mikrofonin, valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että
5 valitaan käyttöön kerrosrakenteinen aihio, johon kuuluu ensimmäinen kerros, toinen johtavaa materiaalia oleva kerros, ja ensimmäisen ja toisen kerroksen välissä oleva eristekerros,
poistetaan ensimmäisestä kerroksesta materiaalia etsaamalla ensimmäiseen kerrokseen ontelo, joka ulottuu ensimmäisen kerroksen läpi eriste-
10 tekerrokseen asti,
kasvatetaan ensimmäiseen kerrokseen muodostetun ontelon kautta eristekerrokselle johtavasta materiaalista kalvo, joka liittyy ontelon seinämiin muodostaen tiiviin seinämän ontelossa,
poistetaan toisesta johtavasta kerroksesta materiaalia etsaamalla
15 toiseen johtavaan kerrokseen reikiä, jotka ulottuvat toisen johtavan kerroksen läpi eristekerrokseen asti, ja jotka sijaitsevat valmiissa kalvoanturissa ontelon kohdalla, mutta eristekerroksen vastakkaisella puolella, ja
poistetaan eristekerros reikien ja ontelon väliseltä alueelta.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
20 että ensimmäinen kerros on johtavaa materiaalia, ja että menetelmässä lisäksi metalloidaan alue ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa sähkökytkentöjä mahdollistavien kontaktipadien muodostamiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä valitaan käyttöön kerrosrakenteinen SOI-aihio, jonka
25 ensimmäinen kerros muodostuu piisubstraatista, jonka päälle on järjestetty eristekerros, ja jonka toinen johtava kerros muodostuu piikerroksesta.
4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kasvatetaan mainittu kalvo monikiteisestä piistä.
5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että koteloidaan kalvoanturi integroidun piirin koteloon.
30
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä karhennetaan eristekerrosta etsaamalla ontelon kautta ennen kalvon kasvattamista.
7. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, menetelmässä:
35

reikien etsaaminen toiseen kerrokseen suoritetaan ennen materiaalin poistamista ensimmäisestä kerroksesta, jolloin toisen kerroksen keskiosaan muodostetaan toisen kerroksen muista osista uralla erotettu ankkurialue,

kasvatetaan toinen eristekerros toisen kerroksen päälle kun toinen
5 kerros on rei'itetty, ja

ontelon muodostamisen jälkeen kasvatetaan johtavan kalvon kasvattamisen yhteydessä toinen johtava kalvo toisen eristekerroksen päälle, ja etsataan mainittuun toiseen kalvoon aukkoja, jotka ulottuvat toisen kalvon läpi toiseen eristekerrokseen, jolloin eristekerroksen poistamisen yhteydessä
10 poistetaan myös toinen eristekerros siten, että saadaan aikaan paine-eroanturi, jossa on kaksi toisiinsa ankkurialueen välityksellä yhdistettyä taipuvaa kalvoa.

8. Paine-eroanturi, johon kuuluu:

johtavasta materiaalista valmistettu taipuisa kalvo (7), joka muo-
15 dostaa paine-eroanturin ensimmäisen elektrodin, ja

johtavasta materiaalista valmistettu rei'itetty levy (6, 6', 6"), joka levy on olennaisesti jäykempi kuin mainittu kalvo (7), joka levy on järjestetty väli-
matkan päähän kalvosta, ja joka levy muodostaa paine-eroanturin toisen elektrodin, t u n n e t t u siitä,

20 että paine-eroanturiin lisäksi kuuluu substraatti (4, 4'), jonka läpi ulottuu ontelo (10), jonka seinämät muodostuvat mainitusta substraatista (4, 4'),

että kalvo (7) on tiiviisti liitetty ontelon (10) seinämiin, jolloin kalvo muodostaa tiiviin seinämän mainitussa ontelossa, ja

25 että mainittu rei'itetty levy (6, 6', 6") on kiinnitetty substraattiin eristekerroksella (5).

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen paine-eroanturi, t u n n e t t u siitä, että paine-eroanturi on valmistettu kerrosrakenteisesta SOI-aihiosta, jolloin substraatti (4) muodostuu SOI-aihion piisubstraatista, eristekerros (5) on
30 valmistettu SOI-aihion eristekerroksesta, ja rei'itetty levy (6, 6', 6") on valmistettu SOI-aihion piikerroksesta.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen paine-eroanturi, t u n n e t t u siitä, että mainittu kalvo (7) on valmistettu monikiteisestä piistä.

11. Jonkin patenttivaatimuksen 8 - 10, mukainen paine-eroanturi,
35 t u n n e t t u siitä,

että rei'itetyn levyn (6') pinta-ala on olennaisesti pienempi kuin ontelon (10) poikkileikkauksen pinta-ala, ja

että paine-eroanturia tarkasteltaessa rei'itetyn levyn (6') suunnasta sijaitsee rei'itetyn levyn (6') rei'itetty alue taipuisan kalvon (7) liikkuvan alueen keskiosan yläpuolella, ja mainitusta rei'itetystä alueesta ulottuu ontelon (10) sivuseinien kuviteltujen jatkeiden ohi ainoastaan mainittua rei'itettyä aluetta kannattavia varsia (11).

12. Jonkin patenttivaatimuksen 8 - 11 mukainen paine-eroanturi, tunnettu siitä,

10 että rei'itettyyn levyyn (6'') on substraatin (4) suhteen vastakkaiselle puolelle toisella eristekerroksella (16) kiinnitetty toinen taipuva kalvo (17), joka on rei'itetty, ja

että rei'itetyn levyn (6'') keskiosaan on muodostettu rei'itetyn levyn muista osista uralla erotettu ankkurialue (15), joka on liitetty taipuvaan kalvoon (7) ja toiseen taipuvaan kalvoon (17) siten, että taipuvan kalvon (7) liike välittyy ankkurialueen (15) kautta toiselle taipuvalle kalvolle (17), joka liikkuu kalvon (7) mukana.

13. Mikrofoni, johon kuuluu:

20 johtavasta materiaalista valmistettu taipuisa kalvo (7), joka muodostaa mikrofonin ensimmäisen elektrodin, ja

johtavasta materiaalista valmistettu rei'itetty levy (6, 6', 6''), joka levy on olennaisesti jäykempi kuin mainittu kalvo (7), joka levy on järjestetty välimatkan päähän kalvosta, ja joka levy muodostaa mikrofonin toisen elektrodin, tunnettu siitä,

25 että mikrofoniin lisäksi kuuluu substraatti (4, 4'), jonka läpi ulottuu ontelo (10), jonka seinämät muodostuvat mainitusta substraatista (4, 4'),

että kalvo (7) on tiiviisti liitetty ontelon (10) seinämiin, jolloin kalvo muodostaa seinämän mainitussa ontelossa (10),

30 että mainittu rei'itetty levy (6, 6') on kiinnitetty substraattiin (4, 4') eristekerroksella (5).

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen mikrofoni, tunnettu siitä, että mikrofoni on valmistettu kerrosrakenteisesta SOI-aihiosta, jolloin substraatti (4) muodostuu SOI-aihion piisubstraatista, eristekerros (5) on valmistettu SOI-aihion eristekerroksesta, ja rei'itetty levy (6, 6', 6'') on valmistettu SOI-aihion piikerroksesta.

15. Patenttivaatimuksen 13 tai 14 mukainen mikrofoni, t u n n e t t u siitä, että mainittu kalvo (7) on valmistettu monikiteisestä piistä.

16. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 15, mukainen mikrofoni, t u n - n e t t u siitä,

5 että rei'itetyn levyn (6') pinta-ala on olennaisesti pienempi kuin on- telon (10) poikkileikkauksen pinta-ala, ja

 että mikrofontia tarkasteltaessa rei'itetyn levyn (6') suunnasta sijait- see rei'itetyn levyn rei'itetty alue taipuisan kalvon (7) liikkuvan alueen keski- osan yläpuolella, ja mainitusta rei'itetystä alueesta ulottuu ontelon (10) sivu-
10 seinien kuviteltujen jatkeiden ohi ainoastaan mainittua rei'itettyä aluetta kan- nattavia varsia (11).

17. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 16 mukainen mikrofoni, t u n - n e t t u siitä, että onteloon (10) avautuu paineentasausaukko, joka paineenta- sausaukko (9) ulottuu ontelosta (10) substraatin (4) läpi substraatin ulkosei-
15 nämään, tai joka paineentasausaukko muodostuu kalvossa (7) olevasta rei- ästä, joka yhdistää kalvon (7) yläpuolisen tilan kalvon (7) alapuoliseen tilaan.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 17 mukainen mikrofoni, t u n - n e t t u siitä,

 että rei'itettyyn levyyn (6") on substraatin (4) suhteen vastakkaiselle
20 puolelle toisella eristekerroksella (16) kiinnitetty toinen taipuva kalvo (17), joka on rei'itetty, ja

 että rei'itetyn levyn (6") keskiosaan on muodostettu rei'itetyn levyn muista osista uralla erotettu ankkurialue (15), joka on liitetty taipuvaan kalvoon (7) ja toiseen taipuvaan kalvoon (17) siten, että taipuvan kalvon (7) liike välit-
25 tyy ankkurialueen (15) kautta toiselle taipuvalle kalvolle (17), joka liikkuu kal- von (7) mukana.

Patentkrav:

1. Förfarande för att tillverka en membransensor, såsom en tryckdifferenssensor eller en mikrofon, k ä n n e t e c k n a t av att
5 ett flerskiktigt halvfabrikat väljs för bruk, till vilket halvfabrikat hör ett första skikt, ett andra skikt av ett ledande material, och ett isoleringsskikt mellan det första och andra skiktet,
material avlägsnas från det första skiktet genom att en hålighet et-
sas i det första skiktet, vilken hålighet sträcker sig genom det första skiktet till
10 isoleringsskiktet,
ett membran av ett ledande material alstras på isoleringssiktet via
den i det första skiktet formade håligheten, vilket membran ansluter till hålighe-
tens väggar och bildar en tät vägg i håligheten,
material avlägsnas från det andra ledande skiktet genom att hål et-
15 sas i det andra ledande skiktet, vilka hål sträcker sig genom det andra ledande
skiktet till isoleringssiktet och befinner sig i en färdig membransensor vid hå-
ligheten men på isoleringsskitets motsatta sida, och
isoleringsskiktet avlägsnas i området mellan hålen och håligheten.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att
20 det första skiktet är av ett ledande material och att förfarandet dessutom om-
fattar anbringande av metall på ett område i det första och andra skiktet för
att åstadkomma kontaktytor som möjliggör el-anlutningar.
3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att
i förfarandet väljs för bruk ett flerskiktigt SOI-halvfabrikat, vars första skikt ut-
25 görs av kiselsubstrat på vilket har anordnats ett isoleringssikt, och vars andra
skikt utgörs av ett kiselskikt.
4. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k -
n a t av att nämnda membran alstras av flerkristallkisel.
5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 4, k ä n n e t e c k -
30 n a t av att membransensorn inkapslas i ett hölje för en integrerad krets.
6. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 5, k ä n n e t e c k -
n a t av att i förfarandet görs isoleringsskiktet grövre genom etsning via hålig-
heten före membranet alstras.
7. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 6, k ä n n e t e c k -
35 n a t av att vid förfarandet:

utföres etsandet av hålen i det andra skiktet före material avlägsnas från det första skiktet, varvid ett ankarområde som är separerat med ett spår från det andra skiktets övriga delar bildas i mittdelen av det andra skiktet,

ett andra isoleringsskikt alstras på det andra skiktet då hål har gjorts
5 i det andra skiktet, och

efter forandet av håligheten alstras i samband med alstrandet av det ledande membranet ett andra ledande membran på det andra isoleringsskiktet, och i nämnda andra membran etsas hål vilka sträcker sig genom det andra skiktet till det andra isoleringsskiktet, varvid i samband med avlägsnandet av isoleringsskiktet även det andra isoleringsskiktet avlägsnas, så att en
10 membransensor uppnås, i vilken finns två till varandra via ankarområdet anslutna flexibla membran.

8. En tryckdifferenssensor som omfattar:

ett av ett ledande material tillverkat membran (7) som utgör tryckdifferenssensorns första elektrod, och
15

en av ett ledande material tillverkad perforerad skiva (6, 6', 6") som är väsentligt styvare än nämnda membran (7), vilken skiva är anordnad på ett avstånd från membranet, och vilken skiva formar en andra elektrod för tryckdifferenssensorn, k ä n n e t e c k n a d av att

tryckdifferenssensorn dessutom omfattar ett substrat (4, 4') genom vilket en hålighet (10) sträcker sig, varvid hålighetens väggar utgörs av nämnda substrat (4, 4'),
20

membranet (7) är tätt anslutet till hålighetens (10) väggar, varvid membranet formar en tät vägg i nämnda hålighet, och

nämnda perforerade skiva (6, 6', 6") är fäst i substratet med isoleringsskiktet (5).
25

9. Tryckdifferenssensor enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k n a d av att tryckdifferenssensorn är tillverkad av ett flerskiktigt SOI-halvfabrikat, varvid substratet (4) utgörs av SOI-halvfabrikatets kiselsubstrat, isoleringsskiktet (5)
30 är tillverkat av SOI-halvfabrikatets isoleringsskikt, och den perforerade skivan (6, 6', 6") är tillverkad av SOI-halvfabrikatets kiselskikt.

10. Tryckdifferenssensor enligt patentkrav 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a d av att nämnda membran (7) är tillverkad av flerkristallkisel.

11. Tryckdifferenssensor enligt något av patentkraven 8 - 10, k ä n n e t e c k n a d av
35

att den perforerade skivans (6') yta är väsentligen mindre än ytan på håligheten (10) genomskärning, och

att då tryckdifferenssensorn ses i riktningen från den perforerade skivan (6') befinner sig den perforerade skivans (6') perforerade område ovanför mitten av det flexibla membranets (7) rörliga område, och från nämnda perforerade område sträcker sig förbi håligheten (10) sidoväggars tilltänkta förlängningar endast skaft (11) som bär upp nämnda perforerade område.

12. Tryckdifferenssensor enligt något av patentkraven 8 - 11, k ä n n e t e c k n a d av

10 att i den perforerade skivan (6'') har i förhållande till substratet (4) på motsatta sidan fästs ett andra flexibelt membran (17) med ett andra isoleringsskikt (16), vilket andra membran är perforerat, och

att i den perforerade skivans (6'') mittdel har formats ett ankarområde (15) som är åtskilt från den perforerade skivans andra delar med ett spår, vilket ankarområde är anslutet till det flexibla membranet (7) och det andra flexibla membranet (17) så, att det flexibla membranets (7) rörelse förmedlas via ankarområdet (15) till det andra flexibla membranet (17) som rör sig med membranet (7).

13. En mikrofon som omfattar:

20 ett av ett ledande material tillverkat membran (7) som utgör mikrofonens första elektrod, och

en av ett ledande material tillverkad perforerad skiva (6, 6', 6'') som är väsentligt styvare än nämnda membran (7), vilken skiva är anordnad på ett avstånd från membranet, och vilken skiva formar en andra elektrod för mikrofonen, k ä n n e t e c k n a d av att

25 mikrofonen dessutom omfattar ett substrat (4, 4') genom vilket en hålighet (10) sträcker sig, varvid hålighetens väggar utgörs av nämnda substrat (4, 4'),

30 membranet (7) är tätt anslutet till hålighetens (10) väggar, varvid membranet formar en tät vägg i nämnda hålighet, och

nämnda perforerade skiva (6, 6', 6'') är fäst i substratet med isoleringssiktet (5).

14. Mikrofon enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k n a d av att mikrofonen är tillverkad av ett flerskiktigt SOI-halvfabrikat, varvid substratet (4) utgörs av SOI-halvfabrikatets kiselsubstrat, isoleringssiktet (5) är tillverkat av

SOI-halvfabrikatets isoleringsskikt, och den perforerade skivan (6, 6', 6'') är tillverkad av SOI-halvfabrikatets kiselskikt.

15. Mikrofon enligt patentkrav 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a d av att nämna membran (7) är tillverkad av flerkristallkisel.

5 16. Mikrofon enligt något av patentkraven 13 - 15, k ä n n e t e c k - n a d av

att den perforerade skivans (6') yta är väsentligt mindre en ytan på håligheten (10) genomskärning, och

10 att då mikrofonen ses i riktningen från den perforerade skivan (6') befinner sig den perforerade skivans (6') perforerade område ovanför mitten av det flexibla membranets (7) rörliga område, och från nämnda perforerade område sträcker sig förbi håligheten (10) sidoväggars tilltänkta förlängningar endast skaft (11) som bär upp nämnda perforerade område.

15 17. Mikrofon enligt något av patentkraven 13 - 16, k ä n n e t e c k - n a d av i håligheten (10) öppnar sig en tryckutjämningsöppning, vilken tryckutjämningsöppning (9) sträcker sig från håligheten (10) genom substratet (4) till substratets yttervägg, eller vilken tryckutjämningsöppning utgörs av ett hål i membranet (7), vilket hål förbinder utrymmet ovanför membranet (7) med utrymmet under membranet (7).

20 18. Mikrofon enligt något av patentkraven 13 - 17, k ä n n e t e c k - n a d av

att i den perforerade skivan (6'') har i förhållande till substratet (4) på motsatta sidan fästs ett andra flexibelt membran (17) med ett andra isoleringsskikt (16), vilket andra membran är perforerat, och

25 att i den perforerade skivans (6'') mittdel har formats ett ankarområde (15) som är åtskilt från den perforerade skivans andra delar med ett spår, vilket ankarområde är anslutet till det flexibla membranet (7) och det andra flexibla membranet (17) så, att det flexibla membranets (7) rörelse förmedlas via ankarområdet (15) till det andra flexibla membranet (17) som rör sig med
30 membranet (7).

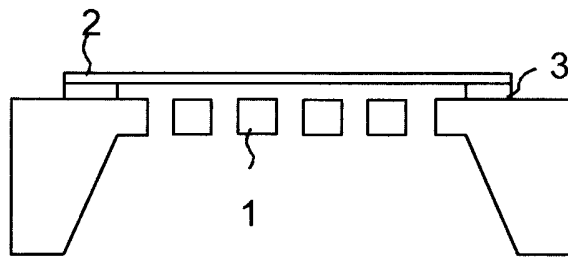


FIG. 1

TEKNIKAN TASO

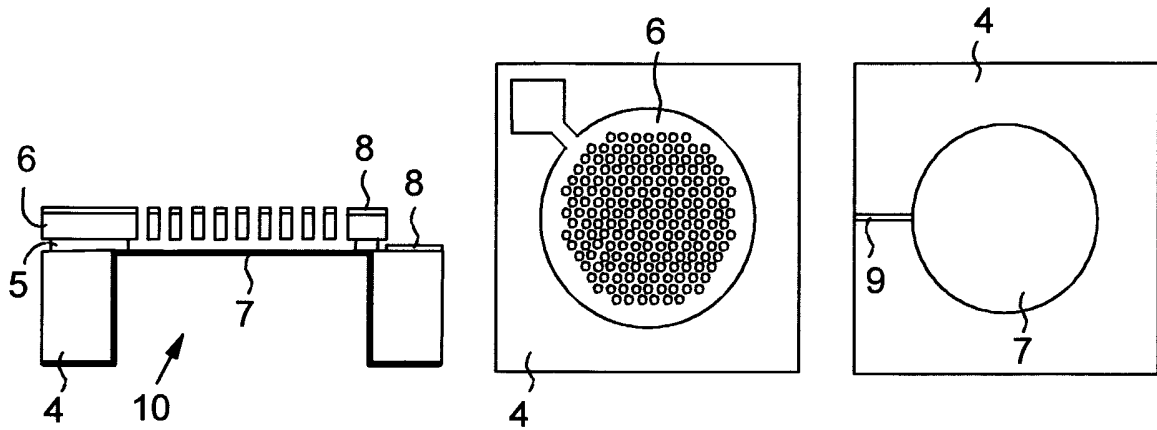


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c

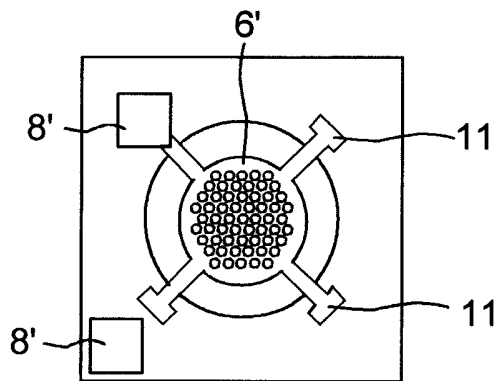
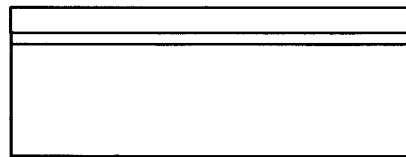


FIG. 3

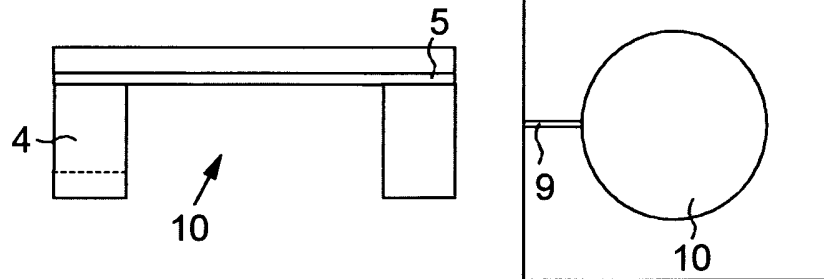
SOI-kiekko

FIG. 4a



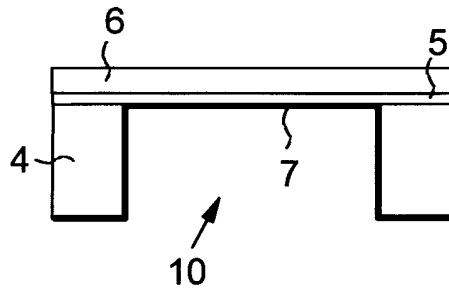
Piisubstraatin läpietsaus

FIG. 4b



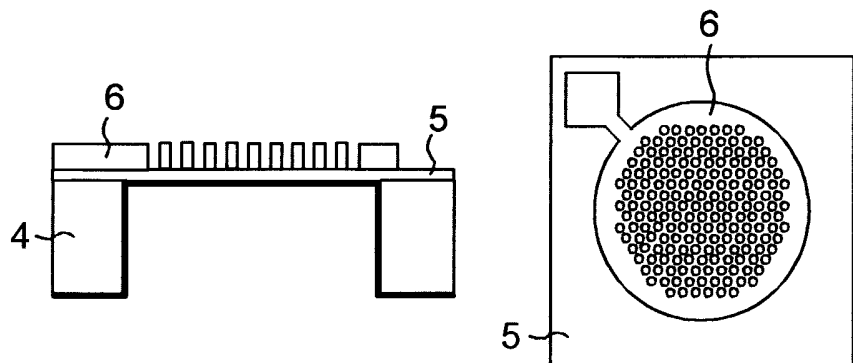
Polypiin kasvatus

FIG. 4c



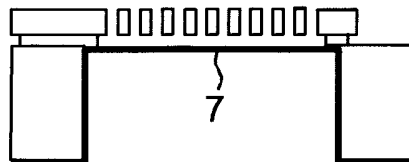
SOI-kerroksen etsaus

FIG. 4d



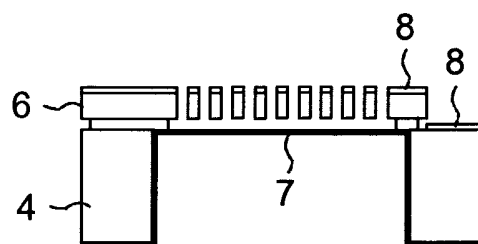
Uhrautuvan kerroksen etsaus

FIG. 4e



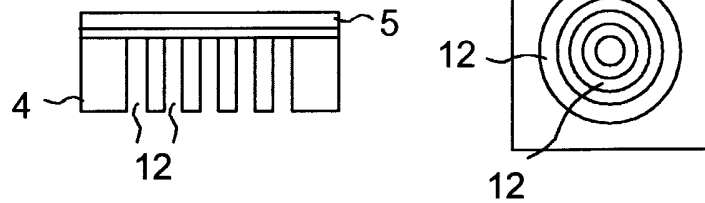
Metallointi

FIG. 4f



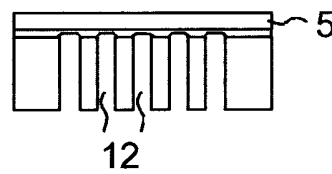
Piin ICP etsaus

FIG. 5a



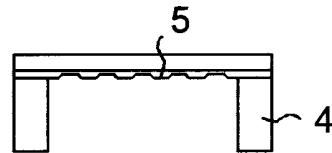
Lyhyt oksidin etsaus

FIG. 5b



Piin märkäetsaus

FIG. 5c



Polypiin kasvatus

FIG. 5d

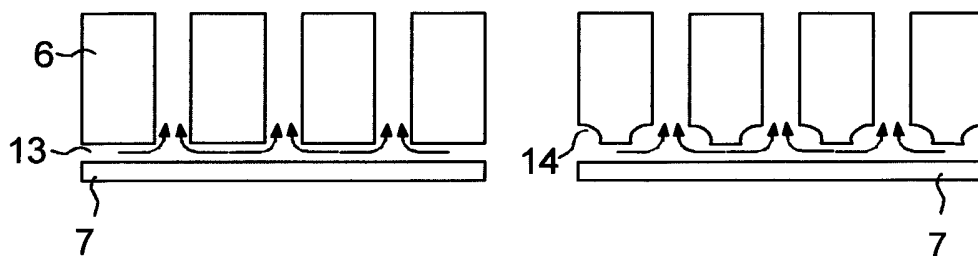
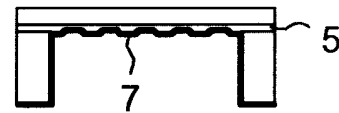


FIG. 6

SOI-kiekkko

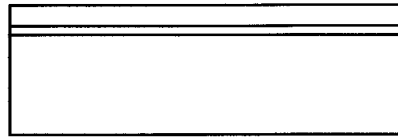
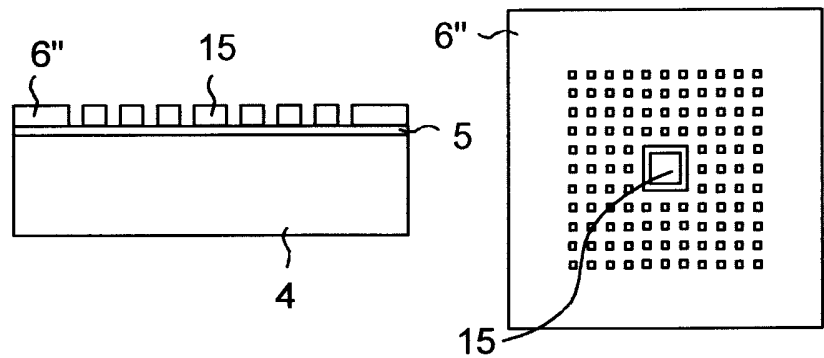


FIG. 7a

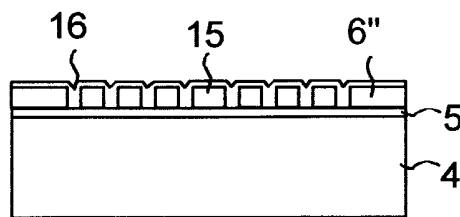
SOI-kerroksen
etsaus

FIG. 7b



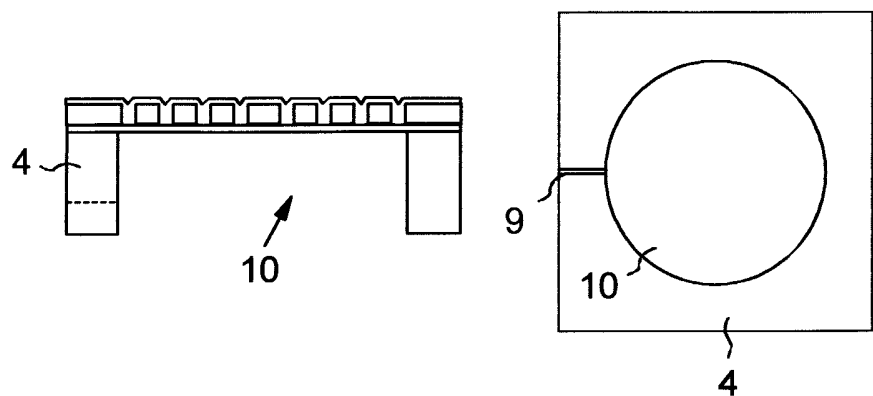
CVD-oksidiin
kasvatus

FIG. 7c



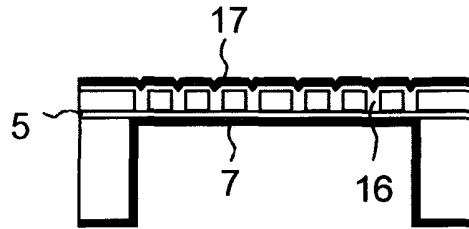
Piisubstraatin
läpietsaus

FIG. 7d



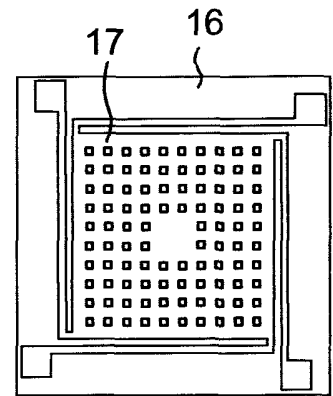
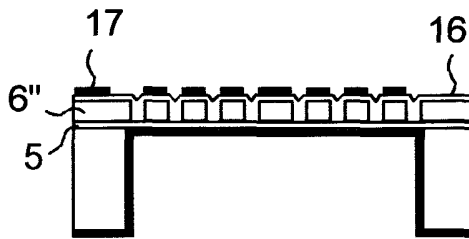
Polypiin kasvatus

FIG. 7e



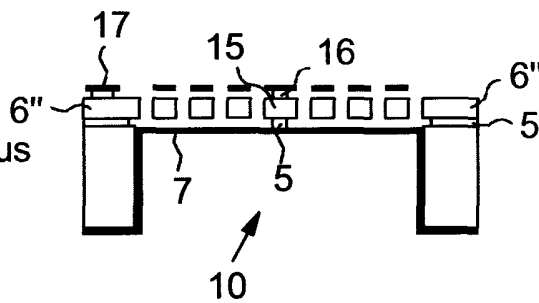
Polypiin etsaus

FIG. 7f



Uhrautuvan kerroksen etsaus

FIG. 7g



Metallointi

FIG. 7h

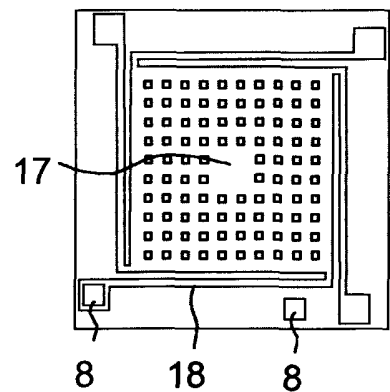
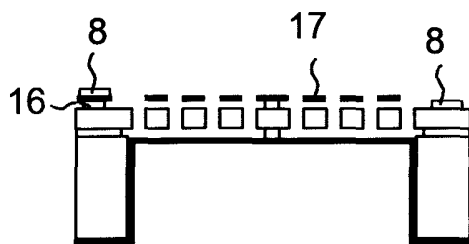
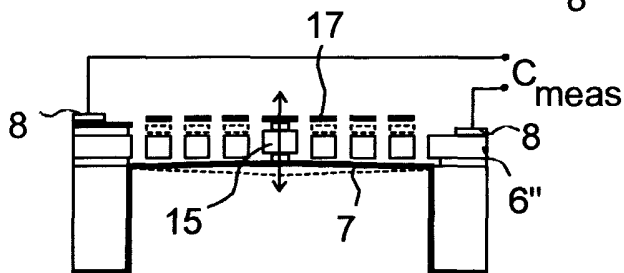
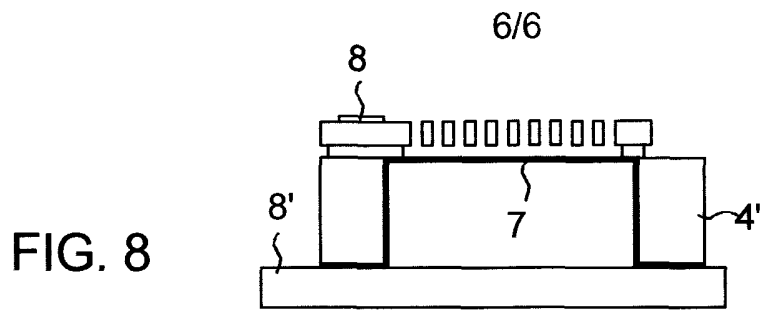


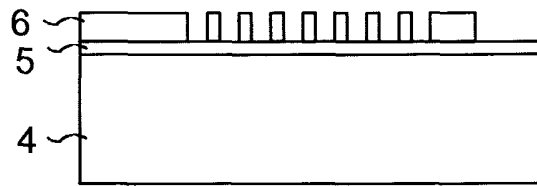
FIG. 7i





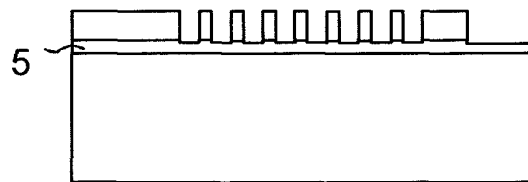
SOI-kerroksen
etsaus

FIG. 9a



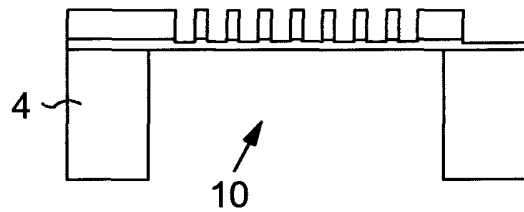
Piidioksiidin
lyhyt etsaus

FIG. 9b



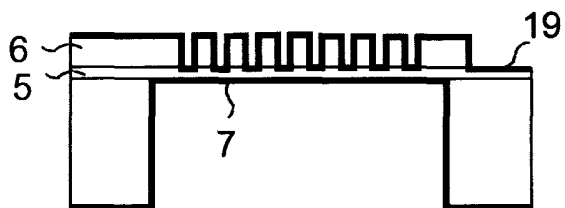
Piisubstraatin
läpietsaus

FIG. 9c



Polypiin kasvatus

FIG. 9d



Polypiin etsaus
etupinnalta

FIG. 9e



Uhrautuvan
piidioksiidin etsaus

FIG. 9f

