



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) 320516

G 01 L 9/04, H 01 L 29/84

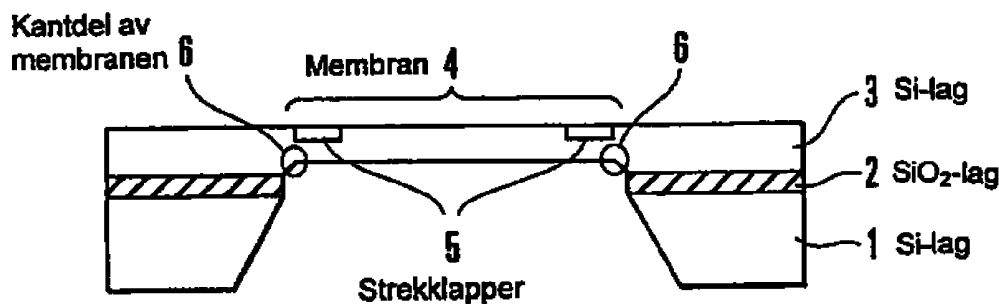
(13) B1

### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20003985	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.12.02 PCT/JP99/06751
(22)	Inng.dag	2000.08.07	(85)	Videreføringsdag	2000.08.07
(24)	Løpedag	1999.12.02	(30)	Prioritet	1998.12.09, JP, 349927/98
(41)	Alm.tilgj	2000.10.09			
(45)	Meddelt	2005.12.12			
(73)	Innehaver	Yamatake Corp, 12-19, Shibuya 2-chome, Shibuya-ku, Tokyo 150-8316, JP			
(72)	Oppfinner	Yasuhiro Goshoo, Tokyo, JP Hirofumi Toujou, Tokyo, JP Masayuki Yoneda, Tokyo, JP Takeshi Fukiura, Tokyo, JP			
(74)	Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, Postboks 7007 Møjrstua, 0306 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	<b>Halvledende trykksensor</b>
(56)	Anførte publikasjoner	EP 0 512 771 A
(57)	Sammendrag	

Den del av et n-type enkeltkrystall Si-lag (1) som korresponderer til et trykkfølsomt område, etses til et SiO<sub>2</sub>-lag (2) ved å bruke SiO<sub>2</sub>-laget (2) som et etsestoppende lag. SiO<sub>2</sub>-laget (2) eksponert ved denne etsing blir fjernet. Det trykkfølsomme området av n-type enkeltkrystall Si-laget (3) etses med en forhåndsbestemt mengde for å danne en membran (4). Slik blir SiO<sub>2</sub>-laget (2) fjernet fra membranen (4) og en kantdel (6) av membranen.



### Teknisk område

Foreliggende oppfinnelse vedrører en halvledertrykksensor for måling av trykk ved bruk av den piezoresistive effekt av en halvleder, og en fremgangsmåte for fremstilling av den samme.

### Teknisk bakgrunn

Blant forskjellige typer trykksensorer er en halvledende trykksensor som utnytter den piezoresistive effekt av en halvleder kompakt, lett i vekt og svært følsom, og blir  
10 følgelig mye brukt i applikasjoner slik som på området industriell instrumentering og medisin. I en slik halvledende trykksensor blir en strekkklapp med en piezoresistiv effekt dannet på en halvledende membran. Strekkklappen deformerer av et trykk påført membranen, og en endring i resistansen av strekkklappen forårsaket av den piezoresistive  
15 effekt detektert, hvorved den måler trykket. Membranen dannes ved å gravere i en overflate av en halvledende råskive (wafer) ved etsing. Tykkelsen av membranen har stor innflytelse på karakteristikkene til den halvledende trykksensor.  
20 Følgelig må tykkelsen av membranen kontrolleres nøyaktig. I en konvensjonell produksjonsmetode er imidlertid etsetiden og temperaturen vanskelig å kontrollere, hvilket gjør det meget vanskelig å kontrollere tykkelsen av membranen og dens jevnhet med høy presisjon.

25 En halvledende trykksensor har vært foreslått hvor et etsestoppende lag laget av en isolator eller lignende dannes på et halvledende substrat, og det halvledende substrat etses til det etsestoppende lag, og derved nøyaktig kontrollerer tykkelsen av membranen (japansk patentpublikasjon nr. 59-  
30 38744). Figur 4 er et snittbilde av den konvensjonelle halvledende trykksensor beskrevet i japansk patentpublikasjon 59-38744. Denne halvledende trykksensor består av et enkeltkrystall Si-lag (11) som tjener som basis, et SiO<sub>2</sub>-lag (12) dannet på enkeltkrystall Si-laget (11), et enkelt-  
35 krystall Si-lag (13) dannet på SiO<sub>2</sub>-laget (12), en membran

(14) dannet ved å etse den del av enkeltkrystall Si-laget (11) som korresponderer til det trykksensitive området ved bruk av SiO<sub>2</sub>-laget (12) som et etsestoppende lag, og en strekkklapp (ikke vist) med en piezoresistiv effekt dannet  
5 på overflaten av enkeltkrystall Si-laget (13).

I den halvledende trykksensor vist i figur 4 har membranen (14) uønskede temperaturkarakteristikker på grunn av en forskjell i termisk utvidelseskoeffisient mellom Si-laget (13) og SiO<sub>2</sub>-laget (12). I en kantdel (16) av membranen,  
10 vil det også oppstå sprekkdannelse i SiO<sub>2</sub>-laget (12), som er mer skjørt enn Si, på grunn av avbøyning av membranen (14). Denne sprekkdannelse strekker seg til Si-laget (13) for til slutt å bryte membranen (14). Selv om det eksponerte SiO<sub>2</sub>-lag (12) blir fjernet etter etsing av Si-laget  
15 (14), vil sprekkdannelse fremdeles oppstå i et grensesnitt mellom Si-laget (13) og SiO<sub>2</sub>-laget (12), siden SiO<sub>2</sub>-laget (12) forblir i kantdelen (16) av membranen.

Fra europeisk patentsøknad EP 0 512 771 er det kjent en halvlederstruktur (100) bestående av et første lag (110) og  
20 et andre lag (120). Det første laget (110) består av et materiale med en ladningstype forskjellig fra materialet i det andre laget (120). Et første område (115) dannes delvis inn i det laget som skal etses. Overflaten maskeres og etses. Det dannes derved en struktur som varierer med ledningstype og geometri til det første området (115) samt  
25 etsemiddelet som benyttes. Det bortetsede område strekker seg kun gjennom det ene lag, og ikke det andre. Det er heller ikke noe isolerende lag med i strukturen.

Foreliggende oppfinnelse har blitt utført for å løse de  
30 ovenfor nevnte problemer, og har som sin hensikt å tilveiebringe en halvledende trykksensor hvor temperaturkarakteristikene til en membran kan forbedres og styrken av en kantdel av membranen kan økes, og en fremgangsmåte for fremstilling av det samme.

**Beskrivelse av oppfinnelsen**

For å oppnå hensikten ovenfor omfatter foreliggende oppfin-  
nelse et første halvlederlag som danner en basis, et isole-  
rende lag dannet på det første halvledende lag, et andre  
5 halvledende lag dannet på det isolerende lag og med en mem-  
brandel som danner et trykkfølsomt område, og en fordypning  
dannet i det trykkfølsomme området som strekker seg gjennom  
det første halvledende lag og det isolerende lag til en  
forhåndsbestemt dybde som når det andre halvledende lag.  
10 Slik vil ikke det isolerende lag forbli på membrandelen og  
en kantdel av membranen.

Foreliggende oppfinnelse omfatter også trinnene å danne en  
trelagsstruktur bestående av et første halvledende lag som  
danner en basis, et isolerende lag dannet på det første  
15 halvledende lag, og et andre halvledende lag dannet på det  
isolerende lag og et trykkfølsomt område, å etse det første  
halvledende lag korresponderende til det trykkfølsomme om-  
rådet ved bruk av det isolerende lag som et etsestoppende  
lag, og derved eksponere det isolerende lag, fjerne det  
20 eksponerte isolerende lag, og etse det andre halvledende  
lag en forhåndsbestemt mengde ved bruk av det gjenværende  
isolerende lag som en maske, og derved danne en membrandel  
i det trykkfølsomme området.

I foreliggende oppfinnelse har dybden av fordypningen dan-  
25 net i det andre halvledende lag en øvre tillatelig grense  
på et titalls mikrometer.

Ifølge én utførelse av foreliggende oppfinnelse, har det  
andre halvledende lag en tykkelse på 30 mikrometer, og for-  
dypningen dannet i det andre halvledende lag en dybde på 5  
30 mikrometer til 10 mikrometer.

Ifølge én utførelse av foreliggende oppfinnelse, er de  
første og andre halvledende lag dannet av n-type enkelt-  
krystall Si, og det isolerende lag er laget av SiO<sub>2</sub>.

En utførelse av foreliggende oppfinnelse omfatter minst én strekkklapp dannet på membrandelen av det andre halvledende lag.

#### Kortfattet beskrivelse av tegningene

5 Figur 1 er et snittbilde av en halvledende trykksensor ifølge én utførelse av foreliggende oppfinnelse.

Figur 2 viser plan og bunnsnitt av den halvledende trykksensor i figur 1.

10 Figur 3 viser snittbilder av trinnene i en fremgangsmåte for fremstilling av den halvledende trykksensor i figur 1.

Figur 4 er et snittbilde av en konvensjonell halvledende trykksensor.

#### Foretrukket utførelsesform

15 En utførelse av foreliggende oppfinnelse vil bli beskrevet i detalj med henvisning til de vedlagte tegninger. Figur 1 er et snittbilde av en halvledende trykksensor ifølge én utførelse av foreliggende oppfinnelse, figur 2A er et planbilde av den halvledende trykksensor i figur 1, og figur 2B er et bilde fra undersiden av den halvledende trykksensor i 20 figur 1.

Denne halvledende trykksensor består av et n-type enkeltkrystall Si-lag (1) som tjener som en basis, et SiO<sub>2</sub>-lag (2) dannet på n-type enkeltkrystall Si-laget (1), et n-type enkeltkrystall Si-lag (3) dannet på SiO<sub>2</sub>-laget (2), en 25 membran (4) dannet ved etsing av den del av det n-type enkeltkrystall Si-laget (1) som korresponderer til et trykkfølsomt område i SiO<sub>2</sub>-laget (2) ved å bruke SiO<sub>2</sub>-laget (2) som et etsestoppende lag, ved fjerning av det eksponerte SiO<sub>2</sub>-lag (2), og etse det trykkfølsomme området av n- 30 type enkeltkrystall Si-laget (3) med en forhåndsbestemt mengde, og strekkklapper (5) piezoresistiv effekt dannet på

det trykkfølsomme området på n-type enkeltkrystall Si-laget (3).

En fremgangsmåte for fremstilling av denne halvledende trykksensor vil bli beskrevet med henvisning til figur 3.

5 Først, som vist i figur 3A, blir en SOI- (Silicon On Insulator, det vil si silisium på isolator) råskive bestående av n-type enkeltkrystall Si-laget (1), SiO<sub>2</sub>-laget (2) med en tykkelse på omtrent 0,5 mikrometer og n-type enkeltkrystall Si-laget (3) fremskaffet. For å fabrikkere denne SOI-  
10 råskive, kan det benyttes en SIMOX- (Separation by IMplanted OXygen, det vil si separasjon ved implantert oksygen) teknikk for å danne et SiO<sub>2</sub>-lag ved å implantere oksygen inn i et Si-substrat, en SDB (Silicon Direct Bonding, det vil si silisium direkte forbindelse) teknikk for binding  
15 av to Si-substrater, eller andre fremgangsmåter.

n-type enkeltkrystall Si-laget (3) poleres til en forhåndsbestemt tykkelse (for eksempel 30 mikrometer) med en poleringsmetode kalt CCP (Computer Controlled Polishing, det vil si datastyrt polering), eller lignende, for å gjøre den  
20 plan og tynn. Alternativt kan et n-type enkeltkrystall Si-lag (3) med en forhåndsbestemt tykkelse dannes på SiO<sub>2</sub>-laget (2) ved epitaksring. En SiO<sub>2</sub>-film eller resist (ikke vist) dannes på den nedre overflate av SOI-råskiven dannet på denne måten, og en åpning dannes i den del av SiO<sub>2</sub>-filmen eller resisten som korresponderer til et trykkfølsomt  
25 område (et område hvor membranen (4) skal dannes). Ved å bruke SiO<sub>2</sub>-filmen eller resisten utformet på denne måte som en membrandannende etsemaske, blir n-type enkeltkrystall Si-laget (1) dyppet i en løsning av KOH eller TMAH, hvorved  
30 n-type enkeltkrystall Si-laget (1) blir etsset (figur 3B). Etsingen går gradvis frem i åpningen beskrevet ovenfor, og stopper automatisk når SiO<sub>2</sub>-laget (2) blir nådd.

Deretter blir SiO<sub>2</sub>-laget (2) etsset med en løsning av HF eller lignende, ved bruk av n-type enkeltkrystall Si-laget  
35 (1) som en etsemaske, for å fjerne SiO<sub>2</sub>-laget (2) eksponert

ved etsing av Si-laget (1) (figur 3C). n-type enkeltkrystall Si-laget (3) etses med en løsning av KOH eller TMAH (figur 3D), ved å bruke SiO<sub>2</sub>-laget (2) som en etsemaske. Etsedybden kontrolleres til en forhåndsbestemt liten mengde  
5 (omtrent 5 mikrometer til 10 mikrometer) ved tidsstyring.

Membranen (4) dannes på denne måte. Siden mengden etsing av n-type enkeltkrystall Si-laget (3) er så meget lite som omtrent 5 mikrometer til 10 mikrometer og tykkelsen av n-type enkeltkrystall Si-laget (3) ikke varierer med etsing drøyt  
10 10 mikrometer eller mindre, kan membranen dannes med en jevn tykkelse. Strekkklappene (piezoresistive områder) (5) laget av p-Si, dannes på den øvre overflate av n-type enkeltkrystall Si-laget (3) ved diffusjon av urenheter eller ioneimplantasjon (figur 3E).

15 Suksessivt dannes et SiO<sub>2</sub>-lag (ikke vist) på den øvre overflate av n-type enkeltkrystall Si-laget (3), og kontakthull dannes i SiO<sub>2</sub>-laget på strekkklappene (5). Etter dette blir Al-elektroder (ikke vist) dannet på kontakthulldelene ved dampavsetning for å oppnå elektrisk kontakt med strekkklappene (5). Da er fremstillingen av den halvledende trykksensor avsluttet.  
20

Som beskrevet ovenfor, blir den del av n-type enkeltkrystall Si-laget (1) som korresponderer til det trykkfølsomme området etset fra dets nedre overflate til SiO<sub>2</sub>-laget (2)  
25 ved å bruke SiO<sub>2</sub>-laget (2) som det etsestoppende lag, deretter blir SiO<sub>2</sub>-laget (2) eksponert ved denne etsing fjernet, og det trykkfølsomme området av n-type enkeltkrystall Si-laget (3) etses med en meget liten mengde, slik at SiO<sub>2</sub>-laget (2) ikke vil forbli på membranen (4) og en kantdel  
30 (6) av membranen. Som et resultat, kan temperaturkarakteristikene til membranen (4) forbedres, og styrken av kantdelen (6) av membranen kan økes.

Selv om anisotropisk etsing som utnytter etsekarakteristikene i de krystallografiske akser av enkeltkrystall Si blir

utført i denne utførelse, kan isotropisk etsing utføres i stedet. Tørretsing kan utføres i stedet for våtetsing som i denne utførelse.

#### **Industriell anvendelighet**

- 5 Den halvledende trykksensor ifølge denne oppfinnelse er egnet som en trykksensor benyttet på området industriell instrumentering og i det medisinske området.

**P a t e n t k r a v**

1. Halvledende trykksensor,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter:

- et første halvledende lag dannet på en basis,
- 5 • et isolerende lag dannet på nevnte første halvledende lag,
- et andre halvledende lag dannet på nevnte isolerende lag og med en membrandel som danner et trykkfølsomt område, og
- 10 • en fordypning dannet i nevnte trykkfølsomme område og strekker seg gjennom nevnte første halvledende lag og nevnte isolerende lag til en forhåndsbestemt dybde som når nevnte andre halvledende lag.

2. Halvledende trykksensor ifølge krav 1,  
15 k a r a k t e r i s e r t v e d at dybden av nevnte fordypning dannet i nevnte andre halvledende lag har en øvre tillatelig grense på vel 10 mikrometer.

3. Halvledende trykksensor ifølge krav 1,  
20 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte andre halvledende lag har en tykkelse på 30 mikrometer og nevnte fordypning dannet på nevnte andre halvledende lag har en dybde på 5 mikrometer til 10 mikrometer.

4. Halvledende trykksensor ifølge krav 1,  
25 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte første og andre halvledende lag er laget av n-type enkeltkrystall Si, og nevnte isolerende lag er laget av SiO<sub>2</sub>.

5. Halvledende trykksensor ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter minst

én strekklapp dannet på nevnte membrandel av nevnte andre halvledende lag.

6. Fremgangsmåte for fremstilling av en halvledende trykksensor,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter trinnene:

- å danne en trelagsstruktur bestående av et første halvledende lag som danner en basis, et isolerende lag dannet på nevnte første halvledende lag, og et andre halvledende lag dannet på nevnte isolerende lag og som har et trykkfølsomt område,
- 10
- å etse nevnte første halvledende lag korresponderende til nevnte trykkfølsomme områder ved å bruke nevnte isolerende lag som et etsestoppende lag, og derved eksponere nevnte isolerende lag,
- 15
- å fjerne nevnte eksponerte isolerende lag, og
- å etse nevnte andre halvledende lag med en forhåndsbestemt mengde ved å bruke nevnte gjenværende isolerende lag som en maske, og derved danne en membrandel i nevnte trykkfølsomme område.
- 20

7. Fremgangsmåte for fremstilling av en halvledende trykksensor ifølge krav 6,

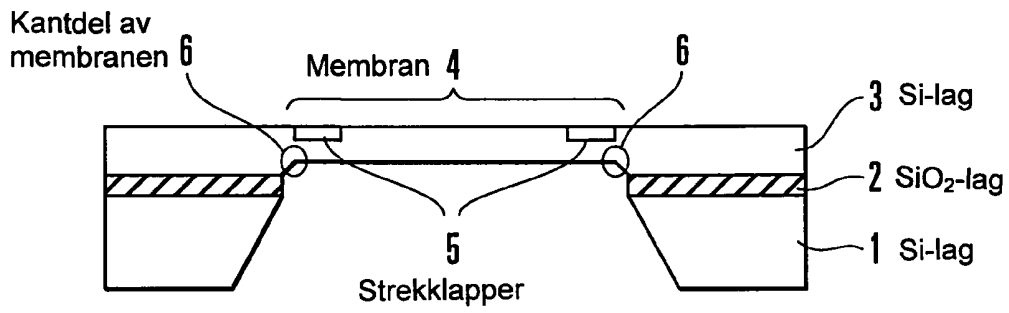
25 k a r a k t e r i s e r t v e d at en fordypning dannes i nevnte andre halvledende lag, som har en dybde med en øvre tillatelig grense på vel 10 mikrometer.

8. Fremgangsmåte for fremstilling av en halvledende trykksensor ifølge krav 6,

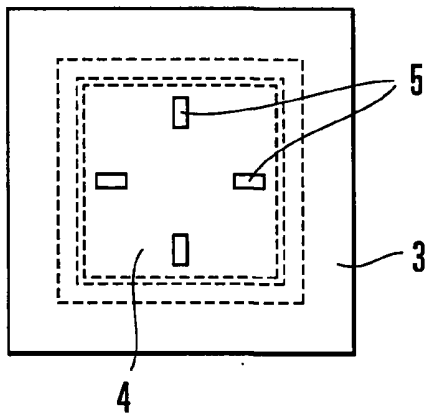
30 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte andre halvledende lag har en tykkelse på 30 mikrometer, og en fordypning dannes i nevnte andre halvledende lag med en dybde på 5 mikrometer til 10 mikrometer.

9. Fremgangsmåte for fremstilling av en halvledende trykksensor ifølge krav 6,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte første og  
andre halvledende lag er laget av n-type enkeltkrystall Si,  
5 og nevnte isolerende lag er laget av SiO<sub>2</sub>.

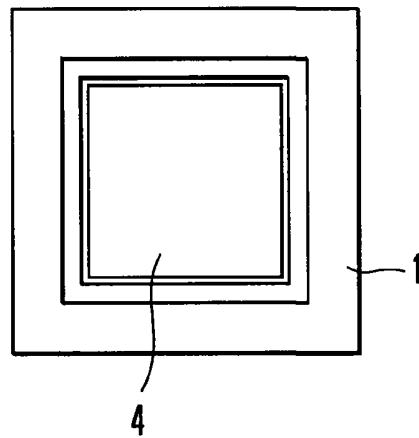
10. Fremgangsmåte for fremstilling av en halvledende trykksensor ifølge krav 6,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter trinnet  
å danne minst én strekkklapp på nevnte membrandel av nevnte  
10 andre halvledende lag.



Figur 1

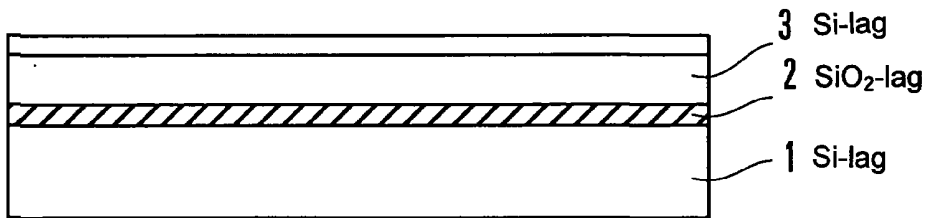


Figur 2A

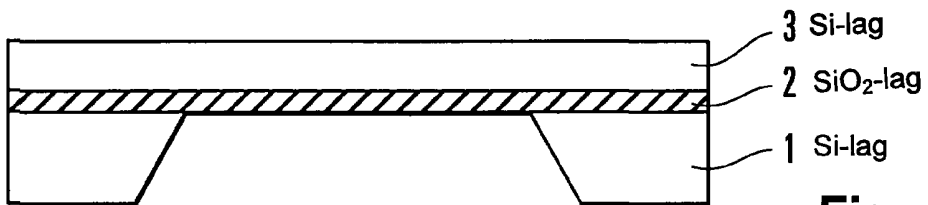


Figur 2B

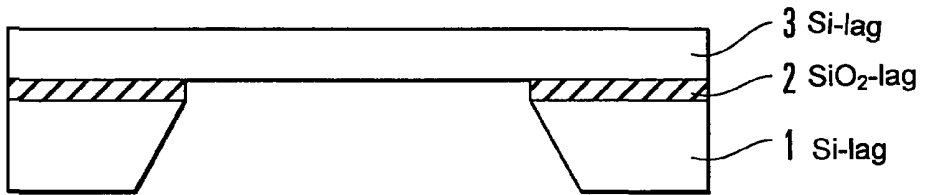
2/3



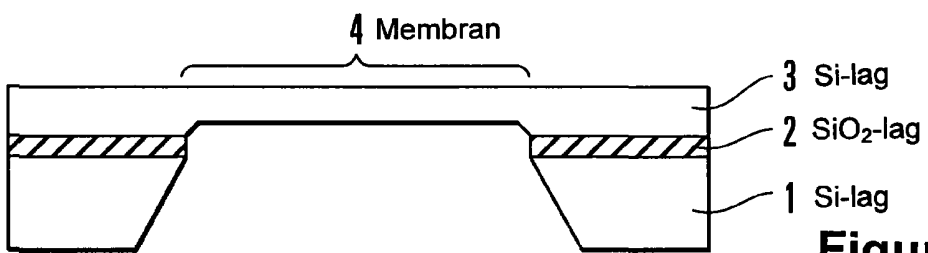
**Figur 3A**



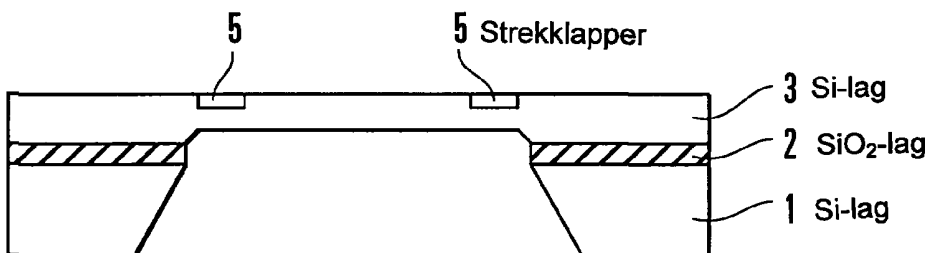
**Figur 3B**



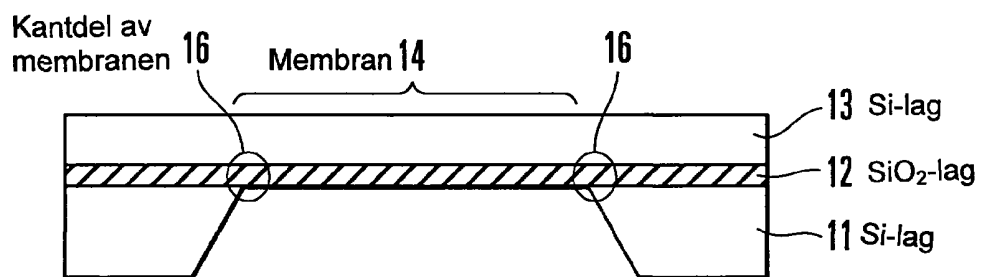
**Figur 3C**



**Figur 3D**



**Figur 3E**



Figur 4