



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901481401
Data Deposito	04/01/2007
Data Pubblicazione	04/07/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	81	B		

Titolo

DISPOSITIVO ELETTRONICO COMPRENDEnte DISPOSITIVI MEMS E SUBSTRATI BUCATI IN PARTICOLARE DI TIPO LGA O BGA

Domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:

M17007 A00 0008

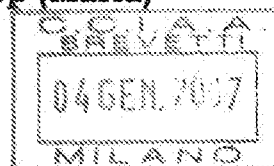
**"Dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS e substrati bucati, in particolare di tipo LGA o BGA"**

a nome: **1) STMicroelectronics S.r.l., 2)STMicroelectronics Ltd**

5 con sede in: **1) Agrate Brianza (Milano), 2) Kirkop (Malta)**

### DESCRIZIONE

#### Campo di applicazione



La presente invenzione fa riferimento ad un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS e substrati bucati, in particolare di tipo LGA o BGA.

L'invenzione riguarda in particolare, ma non esclusivamente, un dispositivo elettronico comprendente sensori MEMS montati su un substrato LGA, in cui il sensore MEMS necessita di un'interfaccia fisica di comunicazione con l'ambiente esterno dispositivo elettronico e la descrizione che segue è fatta con riferimento a questo campo di applicazione con il solo scopo di semplificarne l'esposizione.

#### Arte nota

Come è ben noto, un dispositivo MEMS (sistema micro-elettromeccanico) è un micro dispositivo che integra le funzioni meccaniche ed elettriche in una piastrina (chip o die) di silicio realizzato usando le tecniche litografiche di micro fabbricazione. Il dispositivo assemblato finale si compone tipicamente della piastrina di silicio in cui è integrato il dispositivo MEMS e facoltativamente di circuiti integrati per applicazioni specifiche montati su un substrato, ad esempio di tipo LGA o BGA (Land Grid Array o Ball Grid Array), affiancati o impilati al

dispositivo MEMS, usando i processi assemblaggio convenzionali.

Un coperchio o cappuccio fissato al substrato, incapsula il dispositivo MEMS e gli altri dispositivi montati sul substrato, formando l'involucro per proteggerlo da sollecitazioni fisiche esterne.

5           Qualora il dispositivo MEMS sia un sensore di pressione, di gas, di liquidi o un microfono, il coperchio è provvisto di buco per consentire l'iterazione tra il dispositivo e l'esterno del dispositivo assemblato.

10           E' inoltre noto che il substrato di tipo LGA/BGA è formato da strati conduttivi tra loro isolati mediante strati di materiale isolante o dielettrico. Gli strati conduttivi sono conformati in piste conduttive tra loro isolate da strati di materiale isolante o dielettrico. Fori conduttivi, chiamati "vias", tipicamente sono realizzati attraverso gli strati isolanti secondo un orientamento verticale riguardo agli strati, per formare  
15 percorsi conduttivi fra piste conduttive appartenenti a strati conduttivi diversi.

I dispositivi MEMS sono quindi elettricamente collegati con l'esterno del dispositivo finale, mediante fili che connettono piazzole di contatto provviste sui dispositivi MEMS con le piste conduttive presenti  
20 sul substrato all'interno del coperchio.

Pur vantaggiosa sotto vari aspetti, questa forma di realizzazione di dispositivi elettronici assemblati comprendenti sensori MEMS presenta l'inconveniente di essere ingombrante in quanto è necessario prevedere tra il cappuccio/ coperchio e il substrato un anello  
25 saldante.

Inoltre la formazione di questo coperchio/cappuccio che completa il dispositivo elettronico assemblato prevede una serie di passi di processo che non sono previsti nella realizzazione dei circuiti integrati con un considerevole aumento dei costi.

5 Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS, avente caratteristiche strutturali tali da consentire di realizzare tale dispositivo elettronico con processi di fabbricazione dei circuiti integrati convenzionali superando le limitazioni e/o gli inconvenienti  
10 che tuttora limitano i dispositivi elettronici realizzati secondo l'arte nota.

#### Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di realizzare un dispositivo elettronico comprendente un dispositivo MEMS in cui l'involucro protettivo è realizzato mediante  
15 stampaggio.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto da un dispositivo elettronico che comprende:

- un substrato provvisto di un'apertura passante,
- un dispositivo MEMS comprendente una superficie attiva in  
20 cui è integrata una porzione di detto dispositivo MEMS sensibile a variazioni chimico/fisiche di un fluido;

il dispositivo elettronico essendo caratterizzato dal fatto che detta superficie attiva di detto dispositivo MEMS è affacciata a detto substrato ed è con esso in relazione distanziata, detta porzione sensibile  
25 essendo allineata a detta apertura, e dal fatto di comprendere inoltre:

- un involucro protettivo, che ingloba almeno parzialmente detto dispositivo MEMS e detto substrato, lasciando esposta almeno detta porzione sensibile di detto dispositivo MEMS, e detta apertura del substrato; e

5           - un elemento barriera posizionato in un'area che circonda detta porzione sensibile per realizzare una struttura di protezione per detto dispositivo MEMS, in modo che detta porzione sensibile sia libera.

Le caratteristiche ed i vantaggi del dispositivo elettronico secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito,  
10 di un suo esempio di realizzazione dato a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

Breve descrizione dei disegni

In tali disegni:

- la figura 1 è una vista in sezione di una prima forma di  
15 realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 2 è una vista in sezione di una variante della prima forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

20           - le figura 3 e 3a sono una viste in sezione di una seconda forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 3b è una vista in pianta che mostra una superficie attiva del dispositivi MEMS di figura 3a.

25           - la figura 4 è una vista in sezione di una variante della

seconda forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 5 è una vista in sezione di una terza forma di realizzazione di dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS  
5 secondo l'invenzione,

- la figura 6 è una vista in sezione di una variante della terza forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 7 è una vista in sezione di una quarta forma di  
10 realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 7a è una vista in sezione di una variante della quarta forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- la figura 8 è una vista in sezione di una variante della quarta  
15 forma di realizzazione di un dispositivo elettronico comprendente dispositivi MEMS secondo l'invenzione,

- le figure da 9 a 20 mostrano una vista in sezione di applicazioni dei dispositivi elettronici comprendente dispositivi MEMS  
20 realizzati secondo l'invenzione.

#### Descrizione dettagliata

Con riferimento alla figura 1, viene mostrata una prima forma di realizzazione di un dispositivo elettronico 1 per dispositivi MEMS secondo dell'invenzione che comprende:

- un substrato 2, ad esempio di tipo LGA/BGA, avente una  
25

superficie superiore 3 ed una superficie inferiore 4 opposta alla superficie superiore 3, provvisto di un'apertura 5 passante tra queste superfici 3, 4 e comprendente piste conduttive, tra loro almeno parzialmente interconnesse, formate su queste superfici 3, 4; inoltre  
5 piazzole 4a connesse a piste conduttive presenti sulla superficie inferiore 4 sono presenti su questa superficie inferiore 4;

- un dispositivo MEMS 6 comprendente una piastrina, ad esempio di silicio, avente una superficie non attiva 7 ed una superficie attiva 8 opposta alla superficie non attiva 7. Vantaggiosamente, nella  
10 piastrina di silicio, in corrispondenza della superficie attiva 8, è integrata una porzione sensibile 9 di dispositivo MEMS 6. In particolare, il dispositivo MEMS 6 è un sensore in cui la porzione 9 è sensibile a variazioni chimiche e/o fisiche di un fluido presente all'esterno del dispositivo elettronico 1, ed il fluido interagisce con la porzione sensibile  
15 9 del dispositivo MEMS 6, attraverso l'apertura 5.

Secondo l'invenzione la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 è affacciata alla superficie superiore 3 del substrato 2 e con essa in relazione distanziata e la porzione sensibile 9 è allineata alla  
apertura 5.

20 Inoltre la porzione perimetrale della superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 è provvista di piazzole di connessione per la connessione elettrica a piste conduttrici presenti sulla superficie superiore 3 del substrato 2, mediante connessioni elettriche 10, ad esempio bump.

25 Vantaggiosamente, il dispositivo MEMS 6 è montato

elettricamente sul substrato 2 mediante il noto metodo di assemblaggio "flip-chip".

In particolare, tra la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 e superficie superiore 3 del substrato 2 rimangono definite diverse aree funzionali: un'area centrale libera 3c allineata alla porzione sensibile 9, un'area laterale 3a che circonda l'area centrale libera 3c in cui sono presenti connessioni elettriche 10 che accoppiano elettricamente il dispositivo MEMS 6 al substrato 2, ed un'area mediana 3b compresa tra l'area laterale 3a l'area centrale libera 3c. In particolare anche l'area mediana 3b che circonda la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6.

Ancora secondo l'invenzione, il dispositivo elettronico 1 comprende un involucro protettivo (package) 11, realizzato per stampaggio, che ingloba dispositivo MEMS 6, le connessioni elettriche 10 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 e la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

In altre parole, il dispositivo MEMS 6 è racchiuso nel dispositivo elettronico 11.

Secondo l'invenzione, un elemento barriera 12 è posizionato in un'area 3b che circonda detta porzione sensibile 9 cioè è realizzato in corrispondenza dell'area mediana 3b.

Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la presenza di questo elemento barriera 12 protegge la porzione sensibile 9 durante la fase di fabbricazione dell'involucro protettivo 11, mediante stampaggio, in

modo che questa porzione sensibile 9 rimanga libera.

In particolare, in modo noto la formazione dell'involucro protettivo 11 prevede l'introduzione, all'interno di una cavità di uno stampo, del substrato 2 sul quale è montato il dispositivo MEMS 6.

5 Nella cavità di stampo quindi e' prevista l'iniezione in pressione e ad alta temperatura di un materiale elettricamente isolante allo stato fuso, che costituirà il corpo plastico dell'involucro protettivo 11. Questo materiale e' tipicamente una resina sintetica, ad esempio resina epossidica.

10 La fase di stampaggio propriamente detta comporta l'iniezione della resina nella cavità dello stampo. A tale fase viene quindi fatta seguire una fase di raffreddamento per completare l'involucro protettivo 11.

15 Per evitare che la resina danneggi la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 durante la fase di iniezione della resina, secondo l'invenzione viene previsto, tra la superficie superiore 3 del substrato 2 e la superficie attiva 8, l'elemento barriera 12 che circonda completamente almeno la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6.

20 Vantaggiosamente, l'elemento barriera 12 è un anello che circonda completamente la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, quando il dispositivo MEMS 6 è montato sul substrato 2, e contatta la superficie superiore 3 del substrato 2 e la superficie attiva 8.

25 Vantaggiosamente, l'elemento barriera 12 è formato da pasta saldante, per cui, in questa forma di realizzazione, la fase di collegamento elettrico e la fase di incollaggio del dispositivo MEMS 6 al

substrato 2 vengono eseguite nello stesso istante, dando luogo ad una struttura particolarmente compatta e di semplice realizzazione, non necessitando di allineamenti critici tra strutture differenti.

In questa prima forma di realizzazione il bordo esterno di questo elemento barriera 12 è completamente rivestito dall'involucro protettivo 11.

Una variante di realizzazione del dispositivo di figura 1 è mostrata con riferimento alla figura 2.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 1 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

In particolare, in questo dispositivo elettronico 1a, un involucro protettivo (package) 11a, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, le connessioni elettriche 10 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alle figure 3, 3a e 3b, viene mostrata una seconda forma di realizzazione di un dispositivo elettronico 1b secondo dell'invenzione.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 1 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

In particolare, dispositivo elettronico 1b comprende:

- un substrato 2, ad esempio di tipo LGA/BGA, avente una

superficie superiore 3 ed una superficie inferiore 4 opposta alla superficie superiore 3, provvisto di un'apertura 5;

- un dispositivo MEMS 6 comprendente una piastrina, ad esempio di silicio, avente una superficie non attiva 7 ed una superficie attiva 8 opposta alla superficie non attiva 7, in cui è integrata una porzione sensibile 9 di un sensore MEMS.

Secondo l'invenzione la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 è affacciata alla superficie superiore 3 del substrato 2 e con essa in relazione distanziata e la porzione sensibile 9 è allineata alla apertura 5.

Inoltre la porzione perimetrale della superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 è provvista di piazzole di connessione per la connessione elettrica a piste conduttrici presenti sulla superficie superiore 3 del substrato 2, mediante connessioni elettriche 10, ad esempio bump.

Vantaggiosamente, il dispositivo MEMS 6 è montato elettricamente sul substrato 2 mediante il noto metodo di assemblaggio "flip-chip".

Per cui tra la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 e superficie superiore 3 del substrato 2 si identificano tre aree: un'area centrale libera 3c allineata alla porzione sensibile 9, un'area laterale 3a che circonda l'area centrale libera 3c in cui sono presenti connessioni elettriche 10 che accoppiano elettricamente il dispositivo MEMS 6 al substrato 2, ed un'area mediana 3b compresa tra l'area laterale 3a l'area centrale libera 3c.

Ancora secondo l'invenzione, il dispositivo elettronico 1 comprende un involucro protettivo (package) 11a, realizzato per stampaggio, che ingloba il dispositivo MEMS 6, le connessioni elettriche 10 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 e la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

In altre parole, il dispositivo MEMS 6 è racchiuso nell'involucro protettivo 11a.

Secondo l'invenzione, un elemento barriera 12a, 12b è posizionato almeno in un'area 3b che circonda la porzione sensibile 9, cioè è realizzato almeno in corrispondenza dell'area mediana 3b.

In questa seconda forma di realizzazione, l'elemento barriera 12a è area irregolare 12a formata sulla superficie superiore 3 del substrato 2 oppure l'elemento barriera 12b è area irregolare 12b formata sulla superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6.

Vantaggiosamente, tale area irregolare 12a, 12b presenta una superficie corrugata.

Vantaggiosamente, questa area irregolare 12a si estende sulla superficie superiore 3 del substrato 2 in corrispondenza di tutta area libera centrale 3c.

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione questa area irregolare 12a si ottiene modificando le proprietà chimiche della superficie superiore 3 del substrato 2, come mostrato in figura 3.

Vantaggiosamente, l'area irregolare 12a è formata da materiale non bagnabile.

Nulla vieta che questo strato 12a di materiale bagnabile sia formato sulla superficie superiore 3 del substrato 2.

Come mostrato in 3a e 3b, vantaggiosamente secondo l'invenzione l'elemento barriera 12b è formato da un'area irregolare 12b che si ottiene modificando le proprietà chimiche della superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6.

Vantaggiosamente, questa area irregolare 12b si estende sulla superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 in corrispondenza di tutta la porzione 9 sensibile del dispositivo MEMS 6.

E' noto infatti che la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 è ricoperta da uno strato 6a di protezione comprendente materiale bagnabile ad esempio un strato plastico, ad esempio comprendente materiale organico come il Polyimmide.

Secondo l'invenzione dalla porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 è rimosso l'elemento strato di materiale bagnabile 6a lasciando esposto uno strato dielettrico 12b di tipo non bagnabile, ad esempio ossido di silicio, che ricopre la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6.

Vantaggiosamente dopo la fase di rimozione dalla porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 dello strato 6a di materiale bagnabile, il dispositivo MEMS 6 viene saldato sul substrato 2 e viene sottoposto ad una operazione di pulizia ad esempio in Plasma, utilizzando una miscela di gas argon e ossigeno.

Vantaggiosamente, l'ossigeno della miscela di pulizia reagisce chimicamente con lo strato 6a di materiale bagnabile aumentandone la

bagnabilità, mentre lo strato 12b dielettrico che ricopre la porzione sensibile 9 risulta inerte al trattamento.

Pertanto come risultato dopo il trattamento si ottiene una un'accresciuta bagnabilità dello strato 6a di materiale bagnabile, comparabile a quella della superficie superiore 3 del substrato 2 ed una  
5 ridotta bagnabilità della superficie dello strato 12b dielettrico che ricopre la porzione sensibile 9.

Questa differenza di bagnabilità comporta un brusco rallentamento del flusso di resina durante la fase di stampaggio  
10 dell'involucro protettivo 11b per cui la tensione superficiale della resina porta alla formazione di un menisco attorno alla superficie perimetrale dello strato 12b dielettrico che ricopre la porzione sensibile 9.

Vantaggiosamente, come mostrato in figura 3b la superficie perimetrale dello strato 12b dielettrico è di forma circolare.

15 Nulla vieta che uno strato 12b di barriera di materiale non bagnabile venga formato solo sulla superficie attiva 8 del dispositivo MEMS superiore 3 del substrato 2 alla porzione sensibile 9.

In una variante di questa seconda forma di realizzazione dell'invenzione l'area irregolare 12a, 12b presenta dei corrugamenti.

20 Vantaggiosamente, nell'area irregolare 12a, 12b sono formati dei trench, scavati nel substrato o nel dispositivo MEMS 6, in modo da realizzare un cammino preferenziale definito nel substrato o sul dispositivo MEMS 6 per la resina durante la fase di stampaggio.

Vantaggiosamente, questi trench circondano completamente  
25 la porzione sensibile 9 del dispositivo 6 MEMS.

Vantaggiosamente, in quest'ultima forma di realizzazione uno strato di materiale non bagnabile può essere presente in corrispondenza della porzione sensibile 9 del dispositivo 6 MEMS nell'area racchiusa dai trench.

5 Secondo l'invenzione, la presenza di questa area irregolare 12a, 12b protegge la porzione sensibile 9 durante la fase di fabbricazione dell'involucro protettivo 11a, mediante stampaggio, facendo sì che la resina liquida si distribuisca uniformemente attorno alle connessioni elettriche senza raggiungere la porzione sensibile 9.

10 Una variante di realizzazione del dispositivo di figura 3 è mostrata con riferimento alla figura 4.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 3 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

15 In particolare, in questo dispositivo elettronico 1c, un involucro protettivo (package) 11c, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, le connessioni elettriche 10 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del  
20 substrato 2.

Con riferimento alla figura 5, viene mostrata una terza forma di realizzazione di un dispositivo elettronico 1d secondo dell'invenzione.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 1 verranno attribuiti  
25 gli stessi riferimenti numerali.

In particolare in tale forma di realizzazione uno strato di riempimento 13 (underfiller) è presente nell'area laterale 3a in modo da inglobare le connessioni elettriche 10 per irrobustire meccanicamente il dispositivo elettronico 1 nella zona di connessione tra il dispositivo  
5 MEMS 6 e il substrato 2.

Vantaggiosamente, lo strato di riempimento 13 è di resina epossidica.

Vantaggiosamente, lo strato di riempimento 13 presenta un profilo rastremato verso l'esterno dell'area laterale 3a dalla parte  
10 opposta rispetto all'area mediana 3b, mentre presenta un profilo sostanzialmente verticale in corrispondenza dell'area mediana 3b.

In altre parole la sezione trasversale dello strato di riempimento 13 aumenta avvicinandosi alla superficie superiore 3 del substrato 2.

15 Il dispositivo elettronico 1d comprende inoltre un involucro protettivo (package) 11d, realizzato per stampaggio, che ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 e la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

20 La presenza dell'elemento barriera 12 consente di mantenere libera dallo strato di riempimento 13 la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, cioè l'area libera centrale 3c.

Inoltre lo strato di riempimento 13 protegge la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 durante la fase di fabbricazione  
25 dell'involucro plastico 11D.

Una variante di realizzazione del dispositivo di figura 5 è mostrata con riferimento alla figura 6.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 5 verranno attribuiti  
5 gli stessi riferimenti numerali.

In particolare, in questo dispositivo elettronico 1e, un involucro protettivo (package) 11e, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del  
10 dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 7, viene mostrata una quarta realizzazione di un dispositivo elettronico 1f secondo dell'invenzione.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto  
15 al dispositivo descritto con riferimento alla figura 3 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

In particolare in tale forma di realizzazione uno strato di riempimento 13 è presente nell'area laterale 3a in modo da inglobare le connessioni elettriche 10 per irrobustire meccanicamente il dispositivo  
20 elettronico 1 nella zona di connessione tra il dispositivo MEMS 6 e il substrato 2.

Vantaggiosamente, lo strato di riempimento 13 presenta un profilo rastremato all'esterno dell'area laterale 3a dalla parte opposta rispetto all'area mediana 3b, mentre presenta un profilo  
25 sostanzialmente verticale in corrispondenza dell'area mediana 3b.

In altre parole la sezione trasversale dello strato di riempimento 13 aumenta avvicinandosi alla superficie superiore 3 del substrato 2.

Il dispositivo elettronico 1f comprende inoltre un involucro protettivo (package) 11f, realizzato per stampaggio, che ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 e la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

La presenza dell'elemento barriera 12a consente di mantenere libera dallo strato di riempimento 13 la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6.

Una variante di realizzazione del dispositivo di figura 7 è mostrata con riferimento alla figura 7a.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 7 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

In tale forma di realizzazione l'elemento barriera 12b è formato sulla superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 intorno alla porzione sensibile 9, prima della formazione del strato di riempimento 13, con le stesse modalità con cui viene realizzato l'elemento barriera 12b di figura 3a.

In particolare la differenza di bagnabilità tra lo l'elemento barriera 12b e la porzione esterna allo strato barriera, comporta un brusco rallentamento del flusso dello strato di riempimento 13 durante la sua fase dispensazione dopo che il dispositivo MEMS 6 è stato fissato

al substrato, per cui la cui tensione superficiale dello strato di riempimento 13 porta alla formazione di un menisco attorno alla superficie perimetrale dello l'elemento barriera 12b che almeno circonda la porzione sensibile 9.

5 Una variante di realizzazione del dispositivo di figura 7 è mostrata con riferimento alla figura 8.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto al dispositivo descritto con riferimento alla figura 7 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

10 In particolare, in questo dispositivo elettronico 1g, un involucro protettivo (package) 11g, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del  
15 substrato 2.

In particolare in tale forma di realizzazione uno strato di riempimento 13 è presente nell'area laterale 3a in modo da inglobare le connessioni elettriche 10 per irrobustire meccanicamente il dispositivo elettronico 1 nella zona di connessione tra il dispositivo MEMS 6 e il  
20 substrato 2.

Con riferimento alle figure 9 e 10, vengono mostrate due varianti della prima forma di realizzazione di un dispositivo elettronico 1h secondo dell'invenzione.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto  
25 al dispositivo descritto con riferimento alla figura 1 verranno attribuiti

gli stessi riferimenti numerali.

In particolare, il dispositivo elettronico 1h comprende un circuito integrato 14 avente una prima superficie 14a ed una seconda superficie 14b opposta alla prima superficie, circuito integrato 14  
5 essendo montato con la prima superficie 14a sulla superficie non attiva  
7 del dispositivo MEMS 6.

Il circuito integrato 14 è quindi collegato elettricamente alle piste conduttive presenti sulla superficie superiore 3 del substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 15.

10 Ad esempio, la dimensione della sezione trasversale di questo circuito integrato 14 è maggiore della dimensione della sezione trasversale del dispositivo MEMS 6.

Vantaggiosamente, come mostrato in figura 9, sulla prima superficie 14a è integrata una circuiteria passivata ed inoltre la prima  
15 superficie 14a è provvista di piazzole di connessione per la connessione elettrica al dispositivo MEMS 6, mediante bumps.

Vantaggiosamente, come mostrato in figura 10, sulla seconda superficie 14b è integrata una circuiteria passivata ed inoltre sono previste piazzole di connessione per la connessione elettrica al  
20 dispositivo MEMS 6 mediante wirebonding.

Un involucro protettivo (package) 11h, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, il circuito integrato 14, le connessioni 15 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile  
9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la  
25 superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alle figure 11 e 12, vengono mostrate due varianti della terza forma di realizzazione di un dispositivo elettronico 1g secondo dell'invenzione.

Ad elementi strutturalmente e funzionalmente uguali rispetto  
5 al dispositivo descritto con riferimento alla figura 5 verranno attribuiti gli stessi riferimenti numerali.

In particolare, il dispositivo elettronico 1g comprende un circuito integrato 14 avente una prima superficie 14a ed una seconda superficie 14b opposta alla prima superficie, che è montato con la  
10 prima superficie 14a sulla superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6.

Il circuito integrato 14 è quindi collegato elettricamente alle piste conduttive formate sulla superficie superiore 3 del substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 15.

15 Vantaggiosamente, la dimensione della sezione trasversale di questo circuito integrato 14 è maggiore della dimensione della sezione trasversale del dispositivo MEMS 6.

Vantaggiosamente, lo strato di riempimento 13 è anche presente in un area 14c compresa tra una porzione della prima  
20 superficie 14a sporgente rispetto al dispositivo MEMS e la superficie superiore 3 del substrato 2.

Vantaggiosamente, lo strato di riempimento 13 presenta un profilo rastremato all'esterno dell'area 14c.

In altre parole la sezione trasversale dello strato di  
25 riempimento 13 aumenta avvicinandosi alla superficie superiore 3 del

substrato 2.

Vantaggiosamente, come mostrato in figura 11, la prima superficie 14a è provvista di piazzole di connessione per la connessione elettrica al dispositivo MEMS 6, mediante bump (flip-chip).

5 Vantaggiosamente, come mostrato in figura 12, la seconda superficie 14b è provvista di piazzole di connessione per la connessione elettrica al dispositivo MEMS 6, mediante fili di connessione (wirebonding).

10 Un involucro protettivo (package) 11g, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, il circuito integrato 14, le connessioni 15, lo strato di riempimento 13 e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

15 La presenza dello strato di riempimento 13 consente di proteggere sia il circuito integrato 14 che il dispositivo MEMS 6 durante la fase di stampaggio dell'involucro protettivo 11g.

20 Con riferimento alla figura 13 viene mostrato il dispositivo elettronico 1i che è una variante del dispositivo elettronico di figura 9, in cui l'involucro protettivo 11i lascia esposta la seconda superficie 14b del circuito integrato 14.

25 Con riferimento alla figura 14 viene mostrato il dispositivo elettronico 1l che è una variante del dispositivo elettronico di figura 11, in cui l'involucro protettivo 11l lascia esposta la seconda superficie 14b del circuito integrato 14.

Con riferimento alla figura 15, viene mostrato il dispositivo 1 di figura 1 in cui un circuito integrato 16 è montato sul substrato 2 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio mediante uno strato saldante 16b.

5 Il circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

L'involucro protettivo (package) 11, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6 con le connessioni elettriche 10, il circuito integrato 16 con le ulteriori connessioni elettriche 16a e il  
10 substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 16, viene mostrato il dispositivo 1d di figura 5 in cui un circuito integrato 16 è montato sul substrato 2 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio  
15 mediante uno strato saldante 16b.

Il circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

L'involucro protettivo (package) 11d, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13 ,  
20 il circuito integrato 16 con le ulteriori connessioni elettriche 16a e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 17, viene mostrato il dispositivo 1a di figura 2 in cui un circuito integrato 16 è montato sul substrato 2  
25 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio

mediante uno strato saldante 16b.

Il circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

L'involucro protettivo (package) 11a, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6 con le connessioni elettriche 10, il circuito integrato 16 con le ulteriori connessioni elettriche 16a e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 18, viene mostrato il dispositivo 1e di figura 6 in cui un circuito integrato 16 è montato sul substrato 2 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio mediante uno strato saldante 16b.

Il circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

L'involucro protettivo (package) 11e, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13, il circuito integrato 16 con le ulteriori connessioni elettriche 16a e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 e la superficie non attiva 7 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 19, viene mostrato il dispositivo 1h di figura 9 in cui un secondo circuito integrato 16 è montato sul substrato 2 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio mediante uno strato saldante 16b.

Il secondo circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

Un terzo circuito integrato 17 è montato sulla seconda superficie 14b del circuito integrato 14, e connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 17a.

Un quarto circuito integrato 18 è montato sul secondo circuito integrato 16 e connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 18a.

L'involucro protettivo (package) 11h, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, le connessioni elettriche 10, i circuiti integrati 14, 16, 17 e 18 con le relative connessioni elettriche 15, 16a, 17a e 18a e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Con riferimento alla figura 20, viene mostrato il dispositivo 1g di figura 11 in cui un secondo circuito integrato 16 è montato sul substrato 2 affiancato al dispositivo MEMS 6, e fissato al substrato 2 ad esempio mediante uno strato saldante 16b.

Il secondo circuito integrato 16 è connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 16a.

Un terzo circuito integrato 17 è montato sulla seconda superficie 14b del circuito integrato 14, e connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori connessioni elettriche 17a.

Un quarto circuito integrato 18 è montato sul secondo circuito integrato 16 e connesso elettricamente al substrato 2 mediante ulteriori

connessioni elettriche 18a.

L'involucro protettivo (package) 11g, realizzato per stampaggio, ingloba il dispositivo MEMS 6, lo strato di riempimento 13, i circuiti integrati 14, 16, 17 e 18 con le relative connessioni elettriche 15, 16a, 5 17a e 18a e il substrato 2, lasciando esposta la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6, nonché la superficie inferiore 4 e l'apertura 5 del substrato 2.

Vantaggiosamente, i circuiti integrati 14, 16, 17 e 18 possono essere dispositivi sensori ad, esempio accelerometri 14, giroscopi 18, 10 magnetometri 17 per formare un IMU (inertial measurement unit).

Tali circuiti integrati possono essere posti in differente configurazione all'interno dell'involucro protettivo in base alle loro dimensioni e caratteristiche geometriche.

Con il dispositivo secondo l'invenzione è possibile realizzare 15 microfoni, sensori di pressione, di gas, chimici, che sono incapsulati in un involucro protettivo realizzato mediante

E' possibile quindi di integrare più sensori (accelerometri e sensori di pressione) nello stesso involucro protettivo 11, per esempio per realizzare l'IMU, oppure per stazioni barometriche integrando ad 20 esempio un sensore di pressione ed un sensore di umidità.

Vantaggiosamente, in una forma di realizzazione preferita dei dispositivi elettronici secondo l'invenzione precedentemente descritti, il dispositivo elettronico complessivo ha un ingombro compreso tra  $3 \times 3 \times 1$  mm<sup>3</sup>, mentre il dispositivo MEMS 6 ha una larghezza di 1500  $\mu$ m una 25 lunghezza di 1500  $\mu$ m ed uno spessore 700  $\mu$ m.

La porzione sensibile 9 dispositivo MEMS 6 ha un diametro compreso tra 100  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$ .

La distanza tra la superficie attiva 8 del dispositivo MEMS 6 e la superficie superiore 3 del substrato è compresa tra 50 e 500  $\mu\text{m}$ ,  
5 mentre lo spessore del substrato è compreso tra circa 150 e 300  $\mu\text{m}$  e l'ampiezza dell'apertura 5 è compresa tra 100 a 700um.

Se l'elemento barriera 12 è realizzato da un anello di pasta saldante ha uno spessore di una sezione trasversale compreso tra 60 e 300  $\mu\text{m}$ .

10 Se l'elemento barriera 12a, 12b è realizzato da un'area irregolare ha una ampiezza di una sezione trasversale di circa 10-50  $\mu\text{m}$  ed ad esempio una profondità compresa tra 20-80  $\mu\text{m}$ .

In conclusione, il dispositivo elettronico secondo l'invenzione risulta particolarmente compatto e utilizza soluzioni tecniche che non  
15 prevedono allineamenti critici. Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la presenza dell'elemento barriera 12, 12a consente di proteggere la porzione sensibile 9 del dispositivo MEMS 6 durante le fasi di fabbricazione dell'involucro protettivo 11 o durante la fase di dispensazione dello strato di riempimento 13 nel dispositivo elettronico 1  
20 secondo l'invenzione.

In particolare, secondo l'invenzione, tale elemento barriera 12, 12a, 12b può essere di natura fisica o chimica o una combinazione delle due.

Tali elementi barriera 12, 12a, 12b possono essere realizzati  
25 sia sul substrato 2 sia sul dispositivo MEMS 6.

**RIVENDICAZIONI**

1. Dispositivo elettronico (1) che comprende:

- un substrato (2) provvisto di un'apertura (5) passante,
- un dispositivo MEMS (6) comprendente una superficie attiva

5 (8) in cui è integrata una porzione (9) di detto dispositivo MEMS (6) sensibile a variazioni chimico/fisiche di un fluido

il dispositivo elettronico (1) essendo caratterizzato dal fatto che detta superficie attiva (8) di detto dispositivo MEMS (6) è affacciata a detto substrato (2) ed è con esso in relazione distanziata, detta porzione  
10 sensibile (9) essendo allineata a detta apertura (5), e dal fatto di comprendere inoltre:

- un involucro protettivo (11), che ingloba almeno parzialmente detto dispositivo MEMS (6) e detto substrato (2), lasciando esposta almeno detta porzione sensibile (9) di detto dispositivo MEMS  
15 (6), e detta apertura (5) del substrato (2); e

- un elemento barriera (12, 12a, 12b) posizionato in un'area (3b) che circonda detta porzione sensibile (9) per realizzare una struttura di protezione per detto dispositivo MEMS (6), in modo che detta porzione sensibile (9) sia libera..

20 2. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto elemento barriera (12) è anello che è in contatto con superficie (3) di detto substrato (2) e la superficie attiva (8) di detto dispositivo MEMS (6), ed il cui il suo bordo esterno è completamente rivestito da detto involucro protettivo (11).

25 3. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1,

caratterizzato dal fatto che detto elemento barriera (12) è di pasta saldante.

4. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto elemento barriera (12a) è area irregolare (12a) formata sulla superficie (3) del substrato (2).

5. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che questa area irregolare (12a), si estende sulla superficie (3) di detto substrato (2) in corrispondenza di detta porzione sensibile (9).

10 6. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che questa area irregolare (12a) si ottiene modificando le proprietà chimiche della superficie (3) del substrato (2).

15 7. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che detta area irregolare (12a) è formata da materiale non bagnabile.

8. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che connessioni elettriche (10) che accoppiano elettricamente detto dispositivo MEMS (6) a detto substrato (2) sono presenti all'esterno di detto elemento barriera (12, 12a) rispetto a detta porzione sensibile (9).

9. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che uno strato di riempimento (13) ingloba dette connessioni elettriche (10).

25 10. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che dette connessioni elettriche (10)

comprendono bumps.

11. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo MEMS (6) è montato su detto substrato (2) mediante il noto metodo di assemblaggio "flip-chip".

5 12. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo MEMS (6) è completamente racchiuso di detto involucro protettivo (11).

10 13. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto involucro protettivo (11) lascia esposta anche la superficie non attiva (7) di detto dispositivo MEMS (6).

15 14. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto strato di riempimento (13) presenta un profilo rastremato all'esterno di detta area perimetrale (3a), mentre presenta un profilo sostanzialmente verticale in corrispondenza di detta area (3b) che circonda detta porzione sensibile (9).

15 15. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere circuiti integrati (14, 16, 17, 18) montati affiancati o impilati al dispositivo MEMS (6).

20 16. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti circuiti integrati (14, 16, 17, 18) sono elettricamente connessi a piste conduttive presenti su detto substrato (2), mediante ulteriori connessioni elettriche (14a, 16a, 17a, 18a).

25 17. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detto involucro protettivo (11) ingloba detti circuiti integrati (14, 16, 17, 18) e dette ulteriori connessioni elettriche

(14a, 16a, 17a, 18a).

18. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto substrato è di tipo LGA.

5 19. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto substrato è di tipo BGA.

20. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo MEMS (6) è un sensore di pressione.

10 21. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo MEMS è un sensore di gas.

22. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo MEMS è un sensore chimico.

15 23. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che involucro protettivo (11) è realizzato mediante stampaggio.

20 24. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto elemento barriera (12b) è area irregolare (12b) formata sulla superficie attiva (8) del dispositivo MEMS (6).

25. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 24, caratterizzato dal fatto che questa area irregolare (12b), si estende sulla porzione sensibile (9) del dispositivo MEMS (6).

25 26. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 24 o 25, caratterizzato dal fatto che questa area irregolare (12b) si ottiene

modificando le proprietà chimiche attorno alla/della superficie attiva (8) del dispositivo MEMS (6).

27. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 24 o 25, caratterizzato dal fatto che detta area irregolare (12b) è formata da  
5 materiale non bagnabile.

28. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 27, in cui il dispositivo MEMS (6) comprende uno strato (6a) di protezione sulla superficie attiva (8) caratterizzato dal fatto che detta area irregolare (12b) è formata mediante rimozione di detto strato di  
10 protezione (6a) dalla porzione sensibile (9) del dispositivo MEMS (6) esponendo detto strato (12b) di materiale non bagnabile.

29. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 28, caratterizzato dal fatto che detto strato (6a) di protezione è Polyimmide e detto strato (12b) di materiale non bagnabile è ossido.

15 30. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 4 o 24, caratterizzato dal fatto che detta area irregolare (12a, 12b) comprende trench che formano dei cammini preferenziale durante le fasi di formazione dell'involucro protettivo.

20 31. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 4 o 24, caratterizzato dal fatto che uno strato di materiale non bagnabile è formato in corrispondenza di detta porzione sensibile (9) di detto dispositivo MEMS (6).

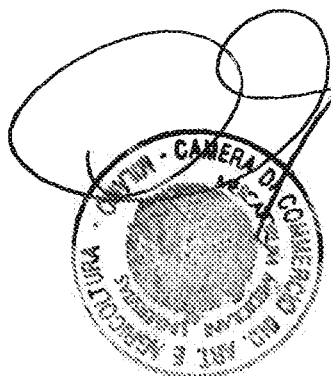
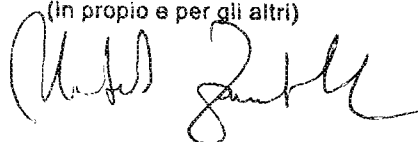
25 32. Dispositivo elettronico (1) secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che un elemento barriera (12, 12a, 12b) protegge la porzione sensibile (9) durante la formazione di detto strato di

riempimento (13)

**Dr. Umberto ZAMBARDINO**

N. Iscriz. ALBO 862B

(In propio e per gli altri)



1/10

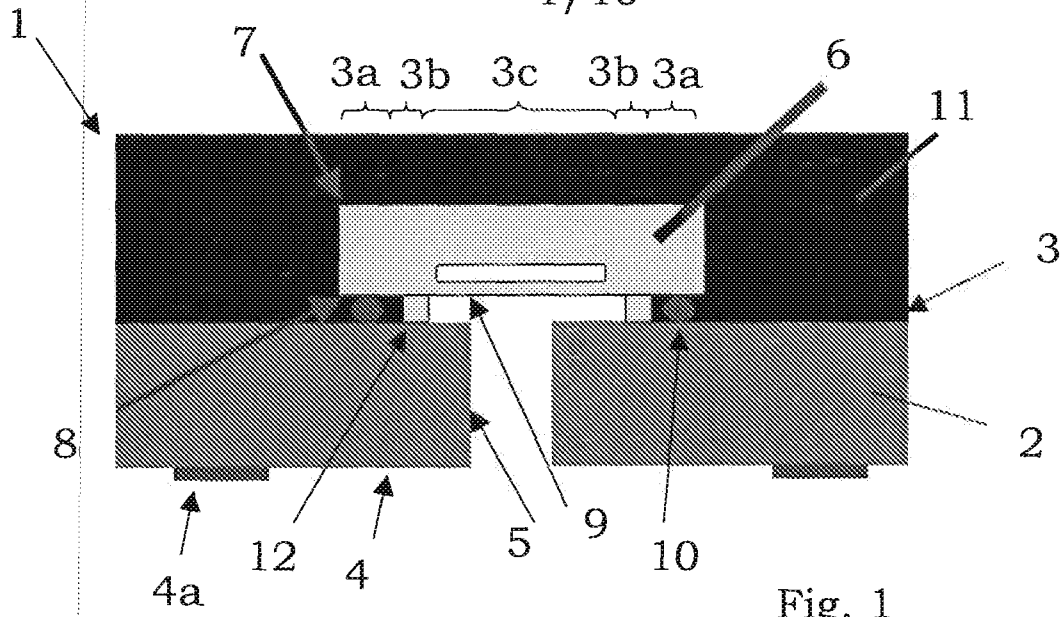


Fig. 1

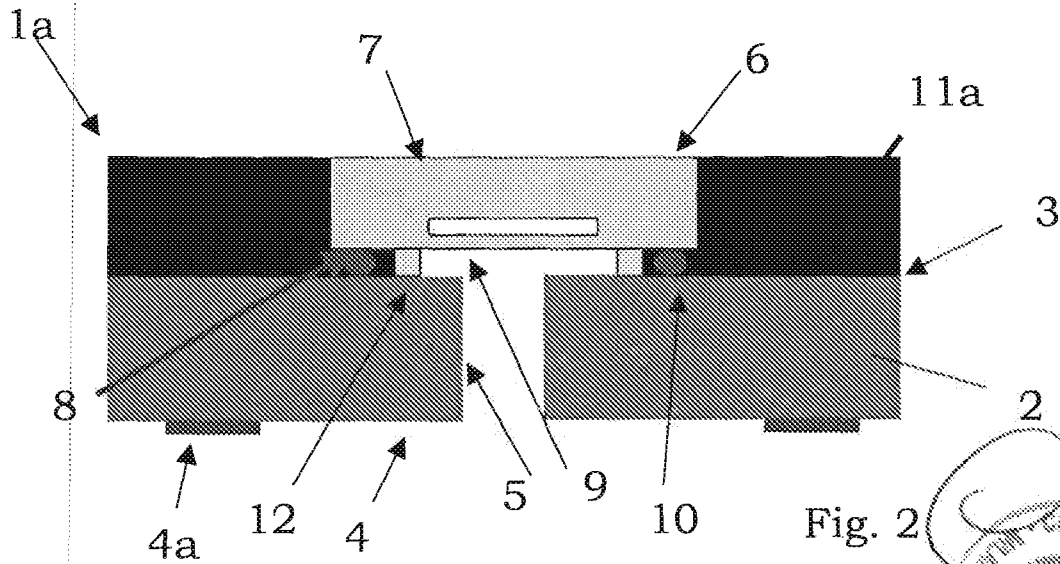


Fig. 2

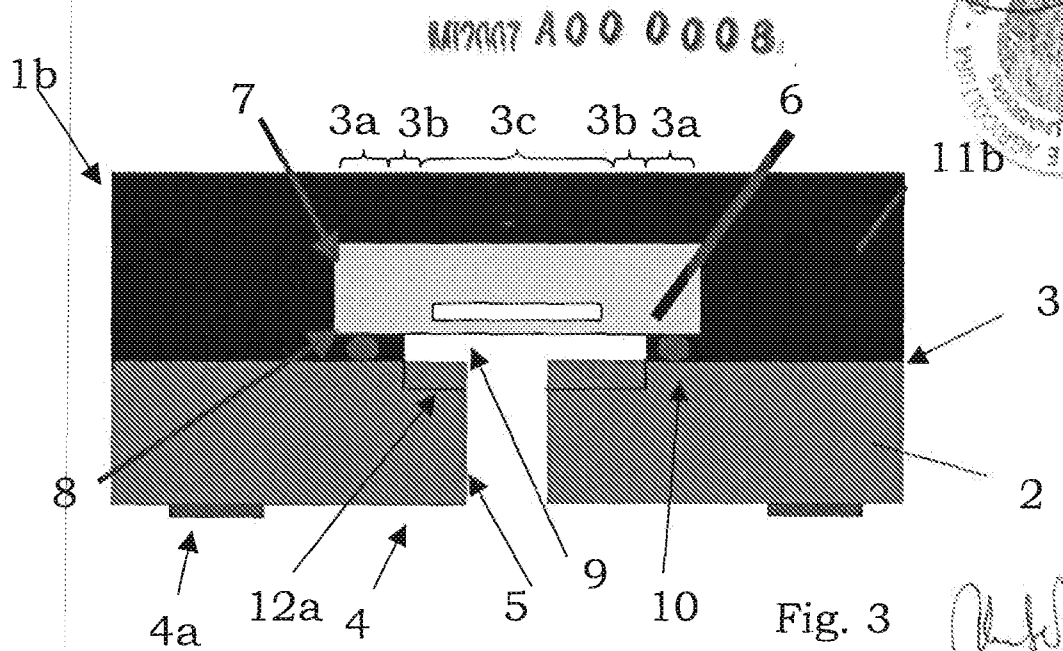
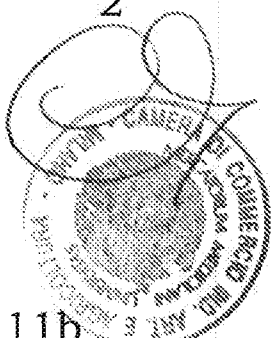


Fig. 3

MIR/1017 A00 0008



*Umberto Zambardino*  
 Dr. Umberto ZAMBARDINO  
 N. Iscriz. ALBO 5628  
 (In proprio e per gli altri)

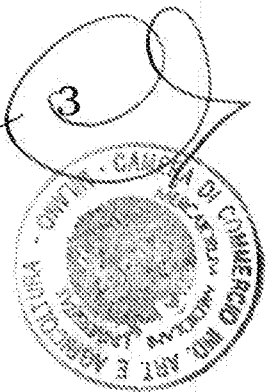
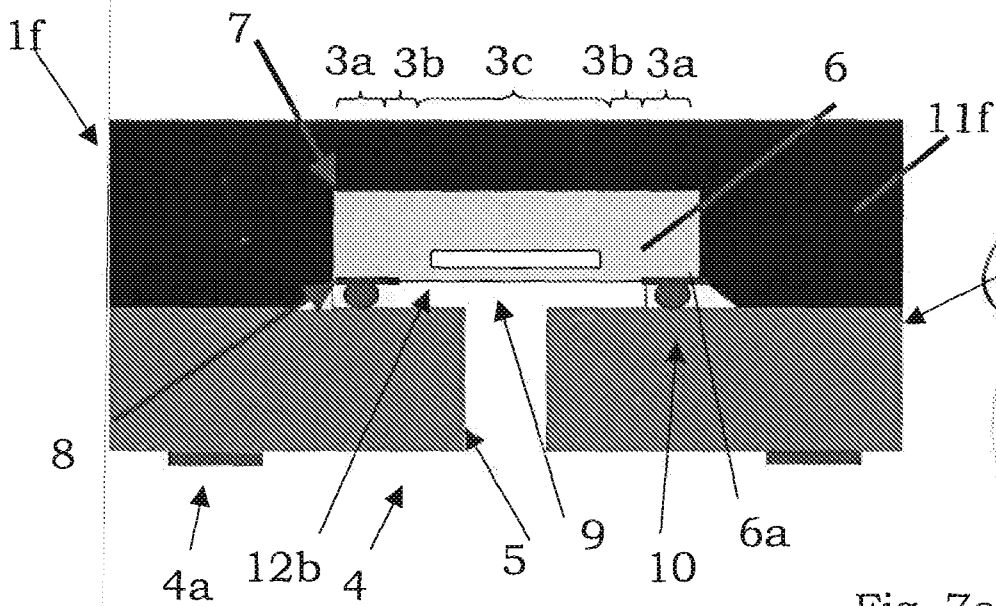
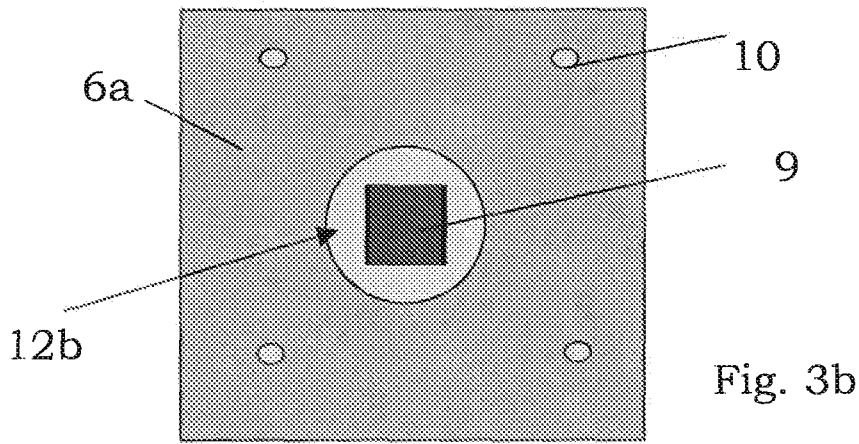
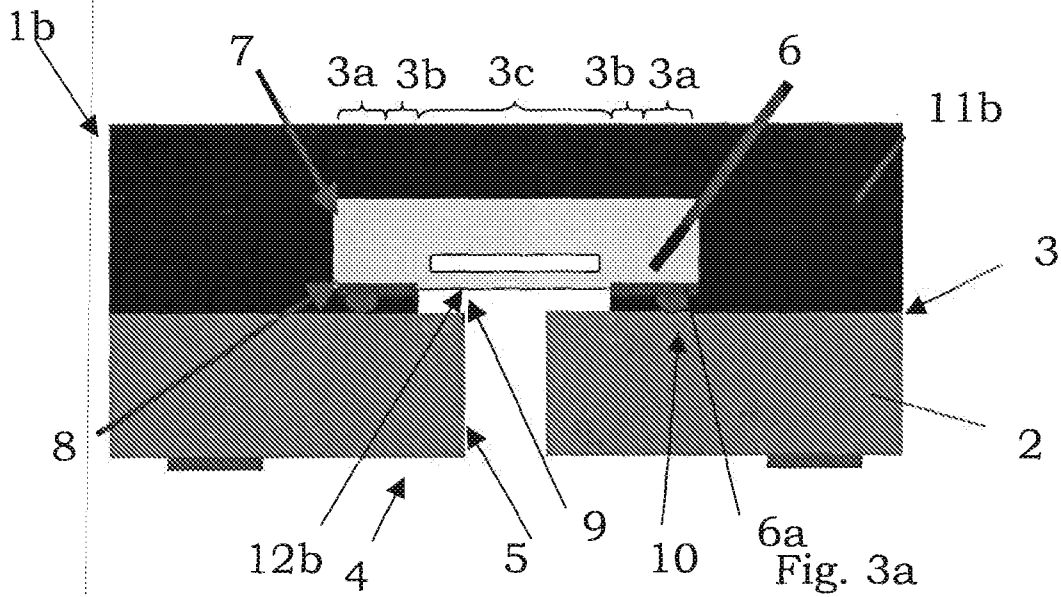


Fig. 7a

*Umberto Zambardino*  
 Dr. Umberto ZAMBARDINO  
 N. Iscriz. ALBO 6628  
 (in proprio e per gli altri)

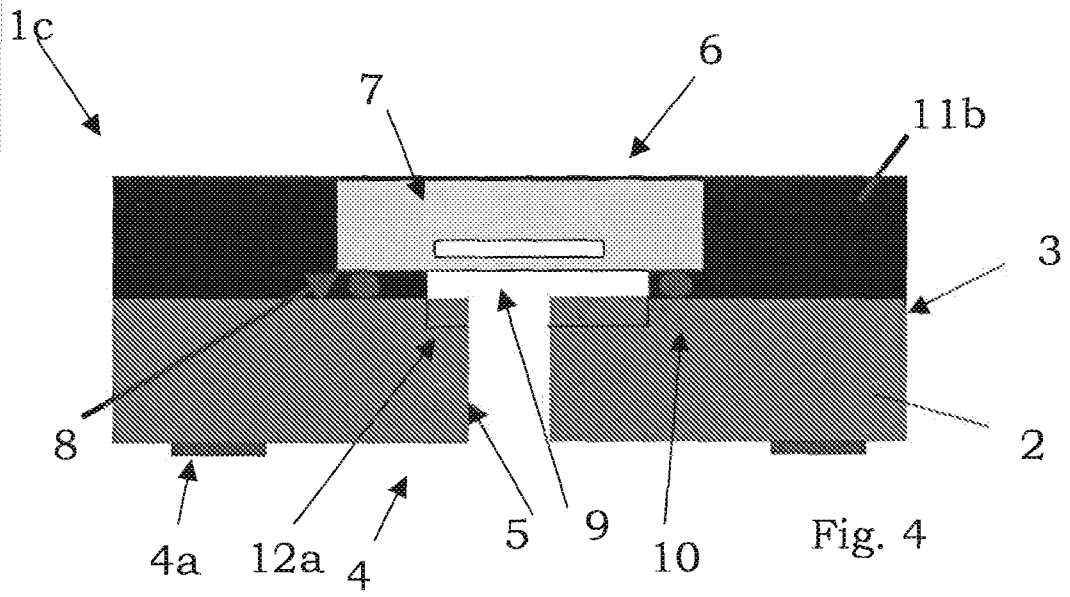


Fig. 4

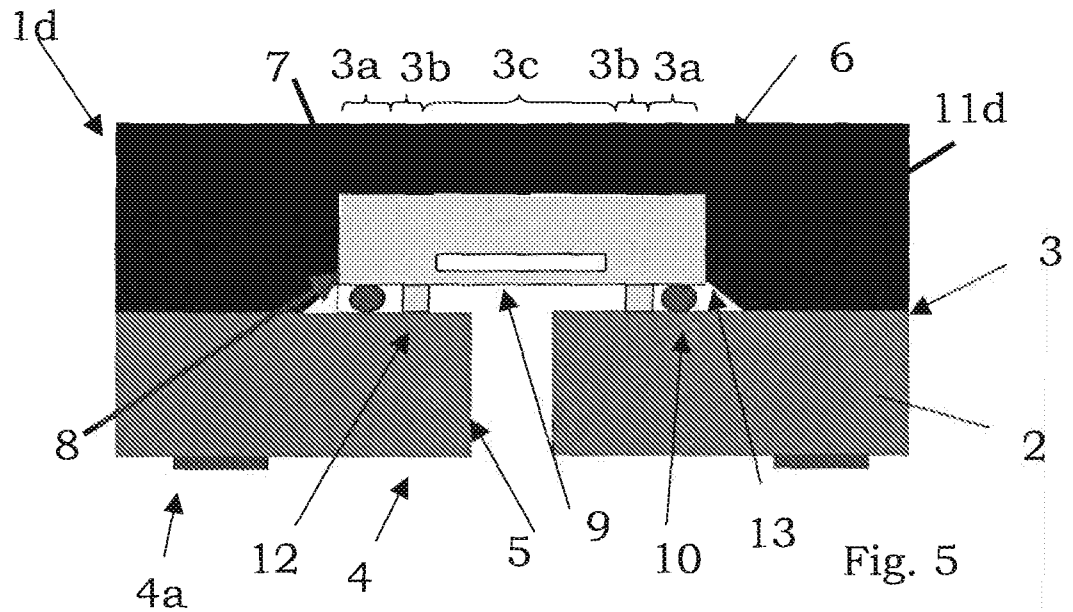


Fig. 5

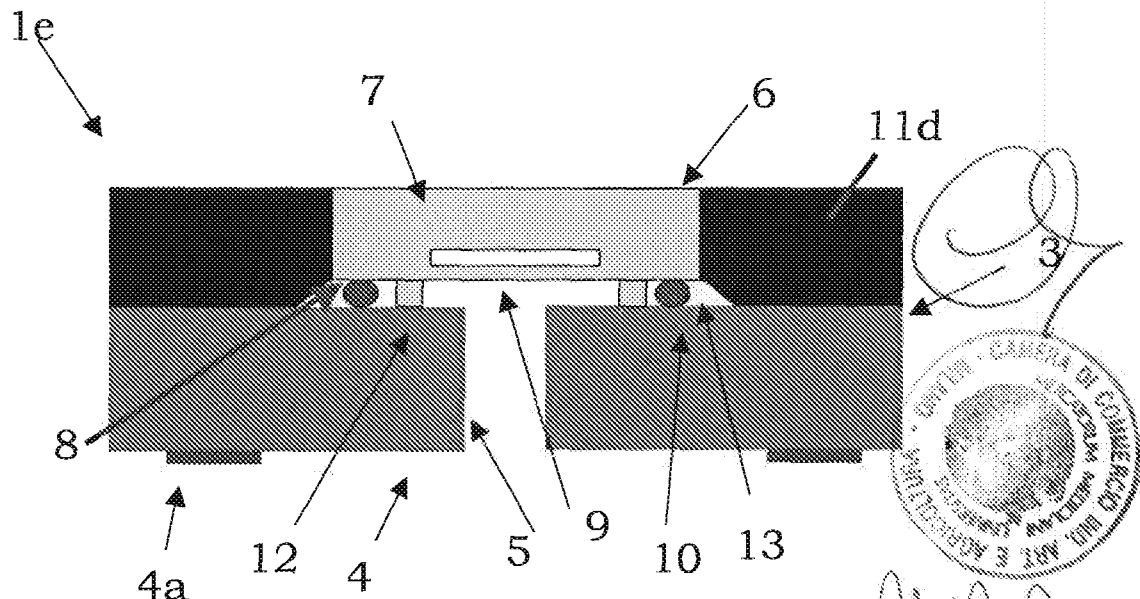
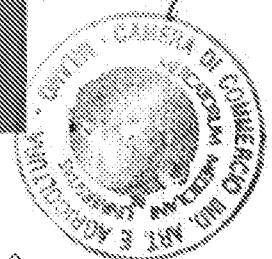


Fig. 6



*Umberto Zambardino*  
 Dr. Umberto ZAMBARDINO  
 N. Iscriz. ALBO 8628  
 (in proprio e per gli altri)

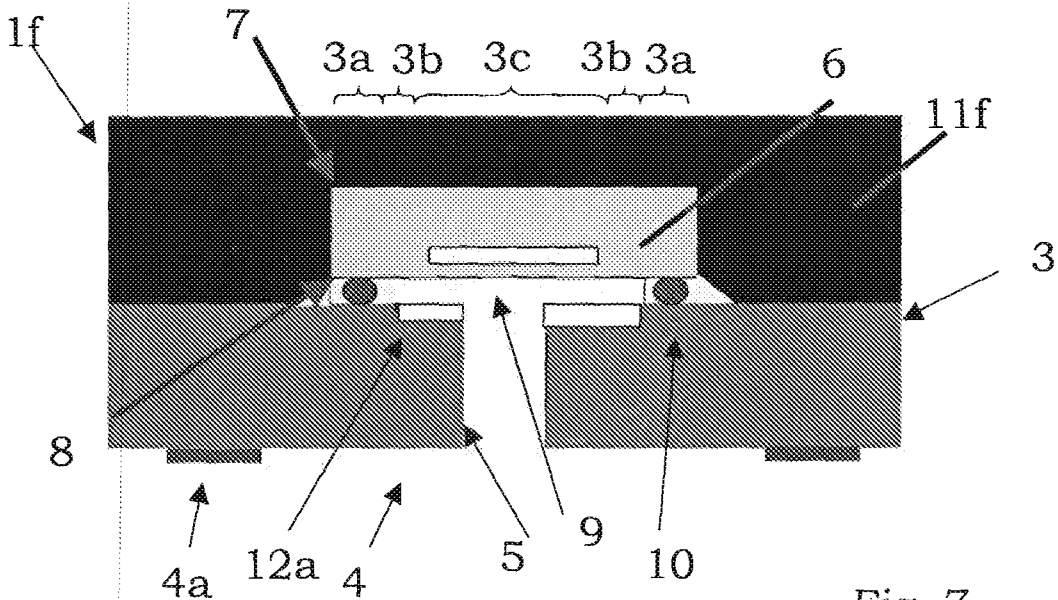


Fig. 7

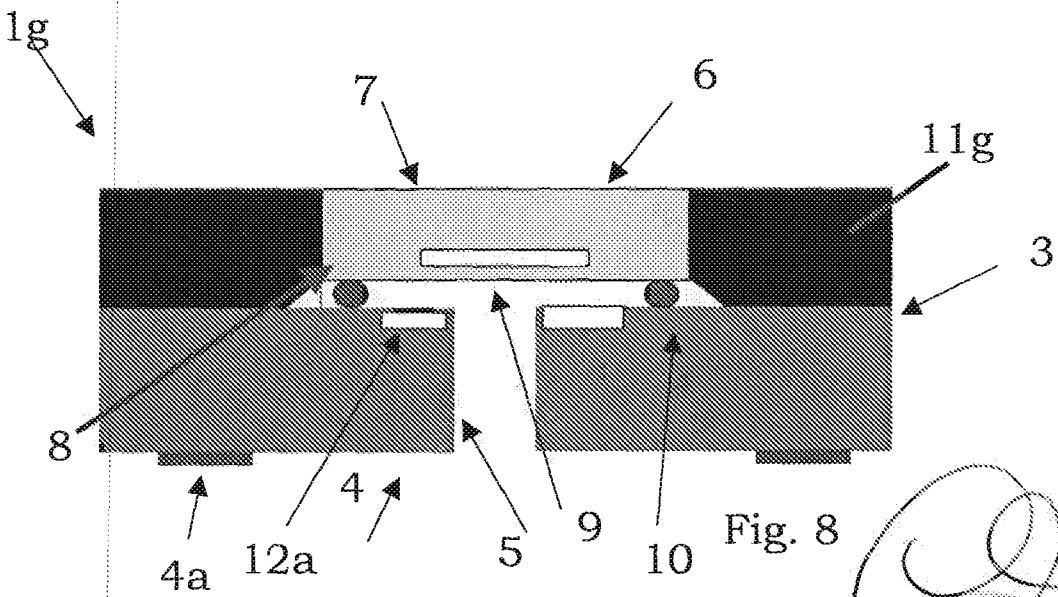
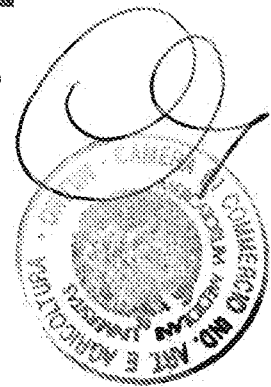


Fig. 8



*Umberto Zambardino*  
**Dr. Umberto ZAMBARDINO**  
N. Iscriz. ALBO 8528  
(in proprio e per gli altri)

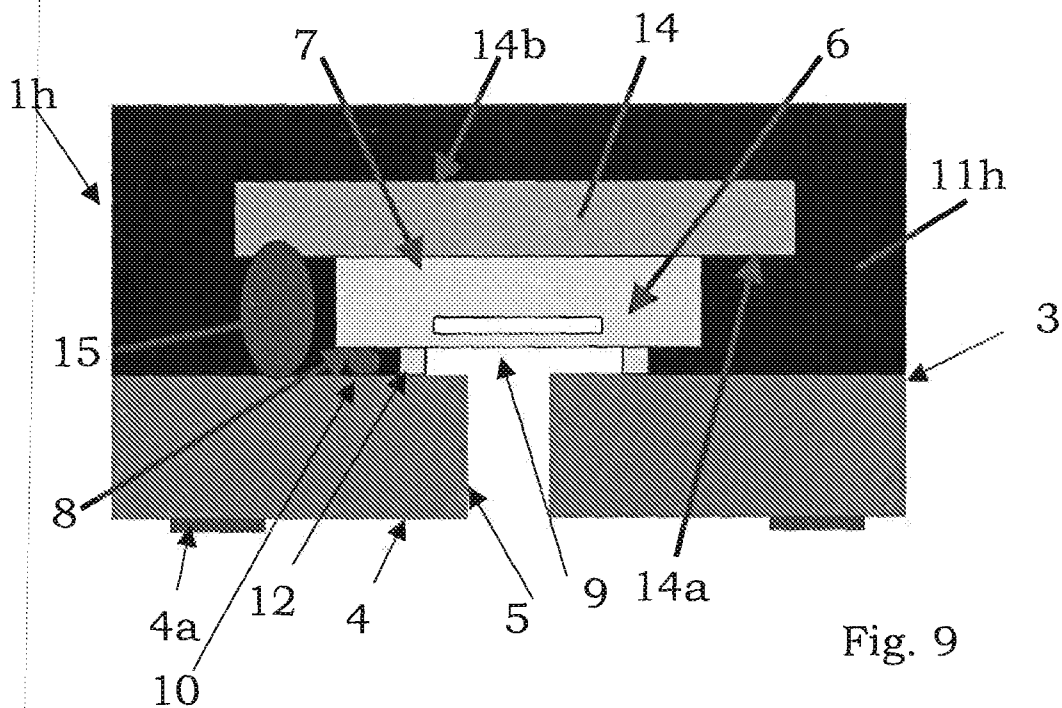


Fig. 9

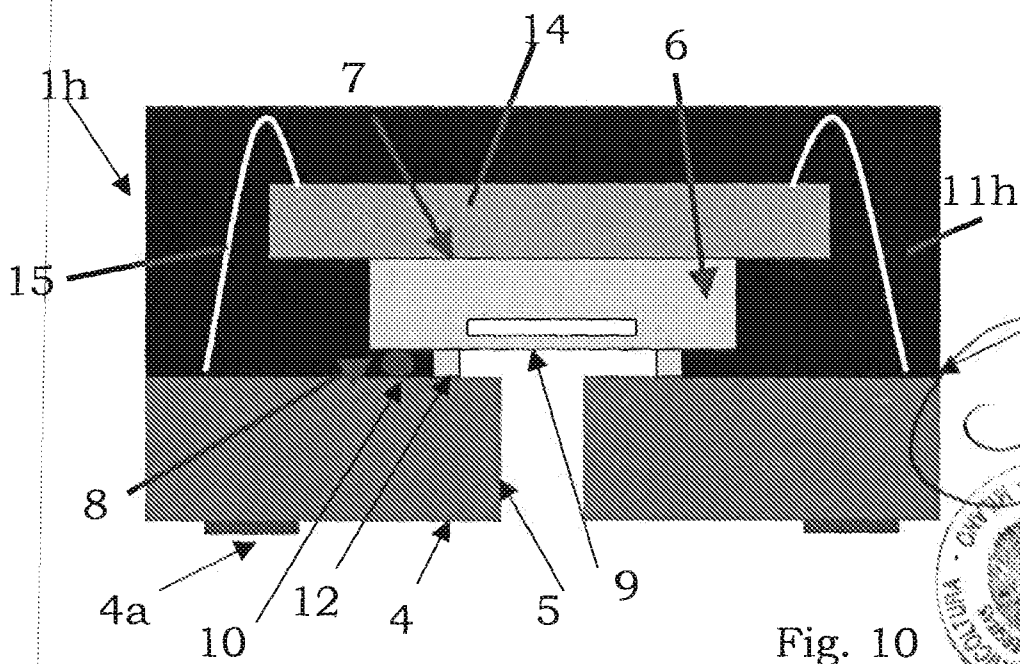
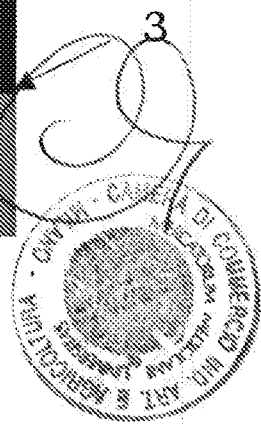
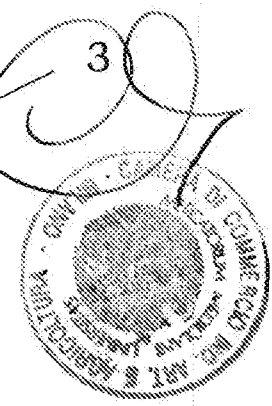
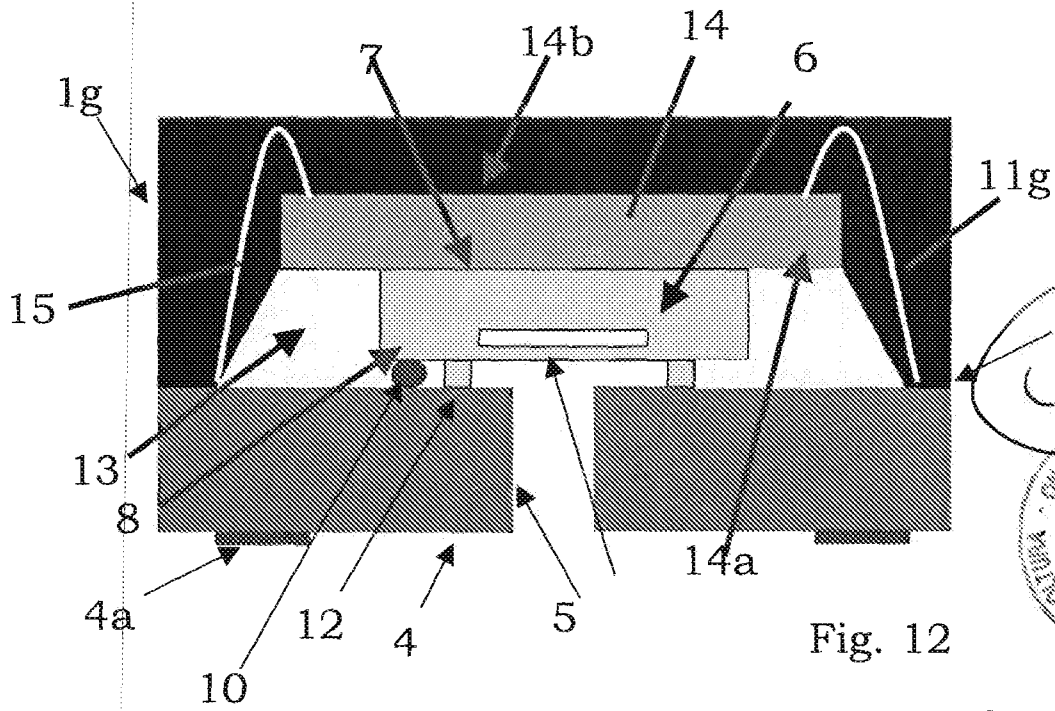
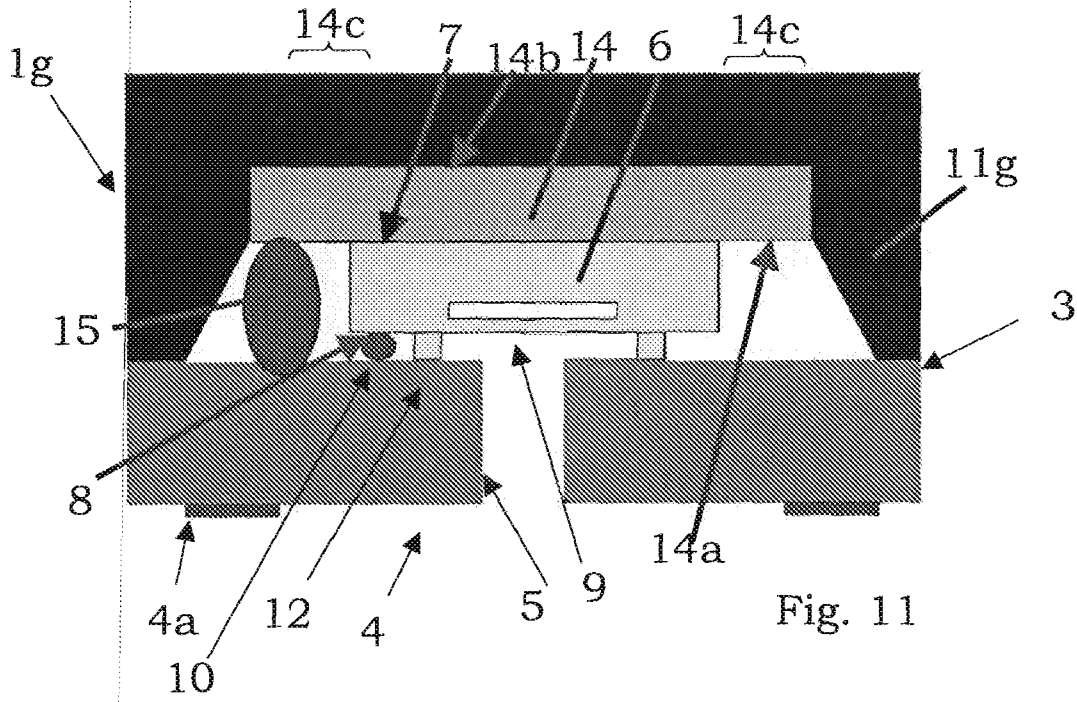


Fig. 10



*Umberto Zambardino*  
Dr. Umberto ZAMBARDINO  
N. Iscriz. ACBO 862B  
(in proprio e per gli altri)



*Umberto Zimbardo*  
**Dr. Umberto ZIMBARDINO**  
N. Iscriz. ALBO 862B  
(in proprio e per gli altri)

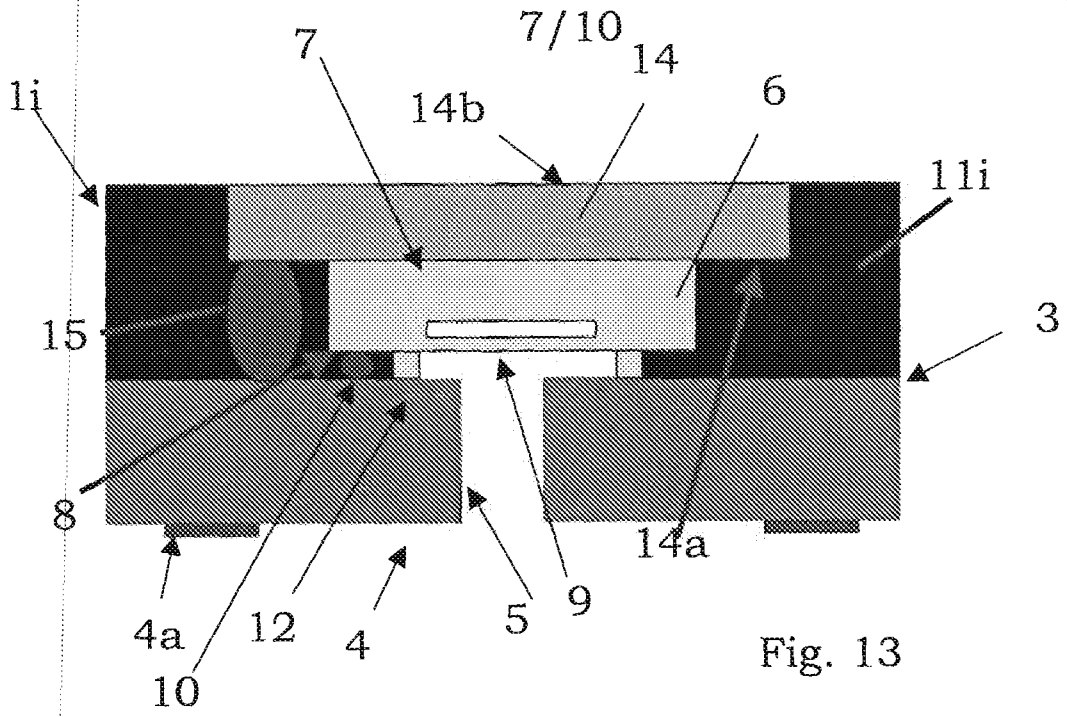


Fig. 13

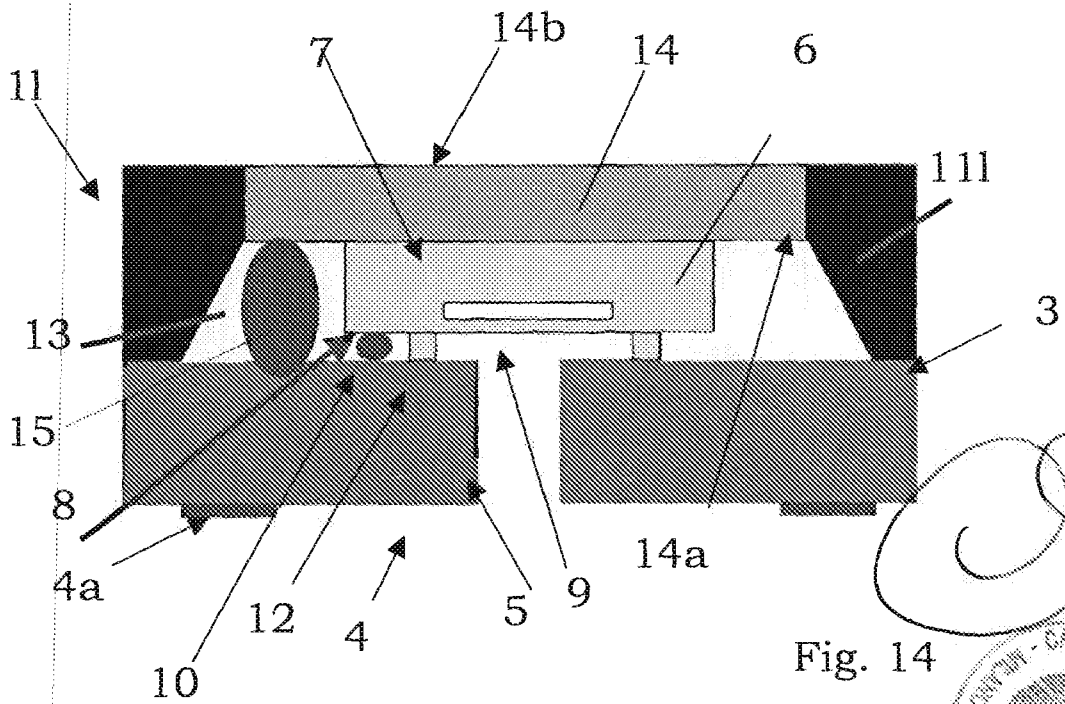
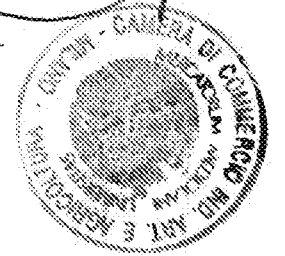


Fig. 14



*Umberto Sambardino*  
**Dr. Umberto SAMBARDINO**  
N. Iscriz. ALBO 862B  
(In proprio e per gli altri)

MI70117 A00 0008

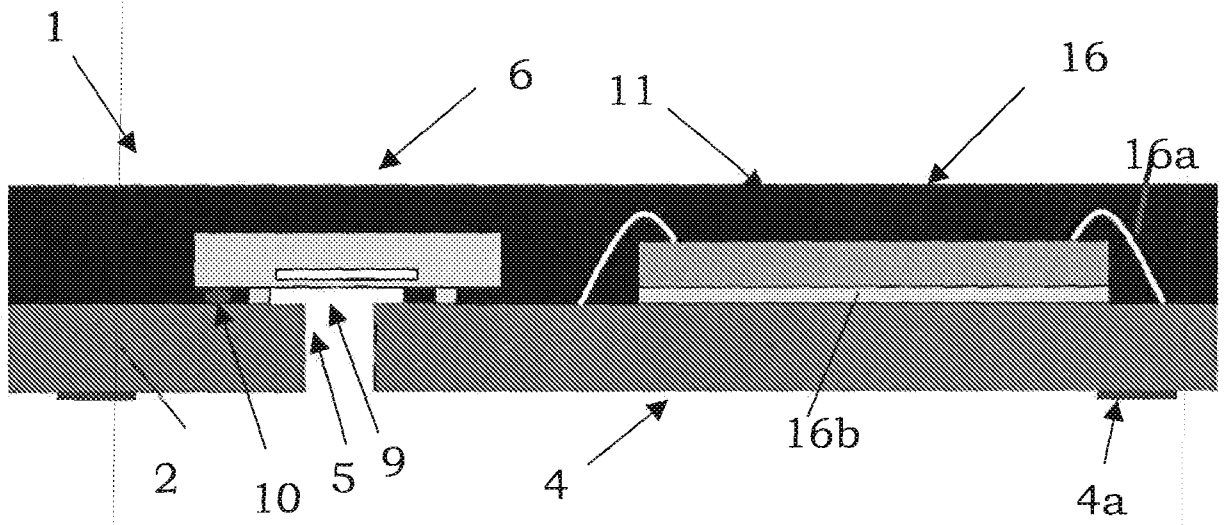


Fig. 15

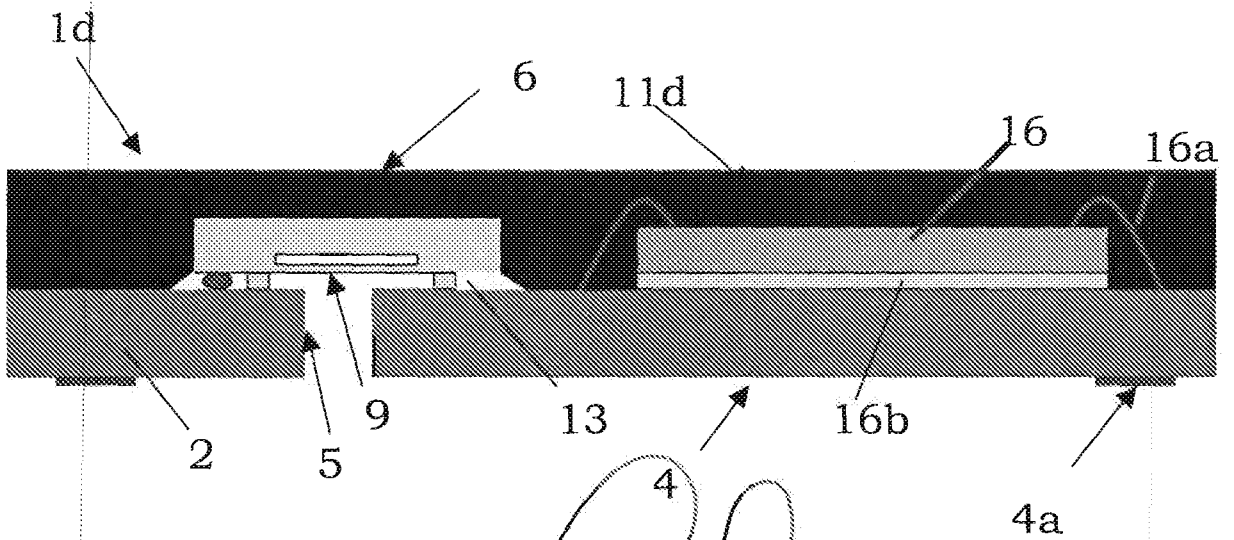
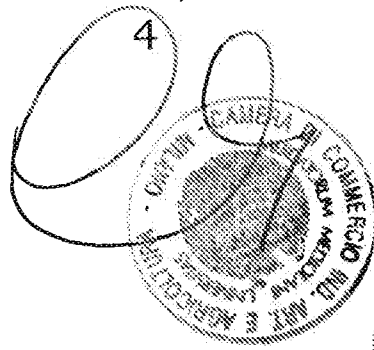


Fig. 16



*Umberto Zambardino*  
**Dr. Umberto ZAMBARDINO**  
N. Iscriz. ALBO 862B  
(in proprio e per gli altri)

MI2007 A00 0008

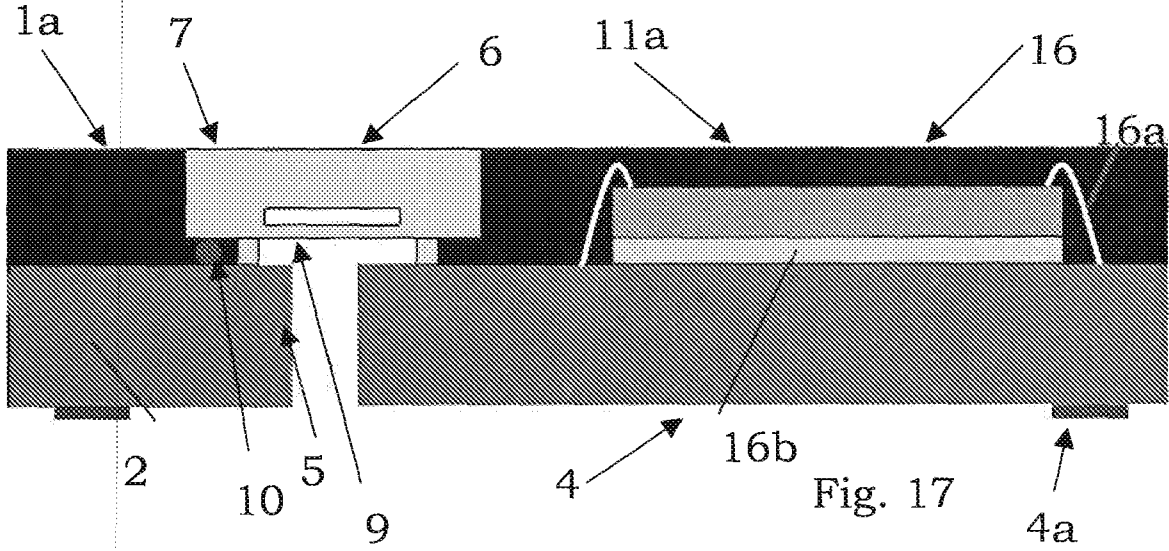


Fig. 17

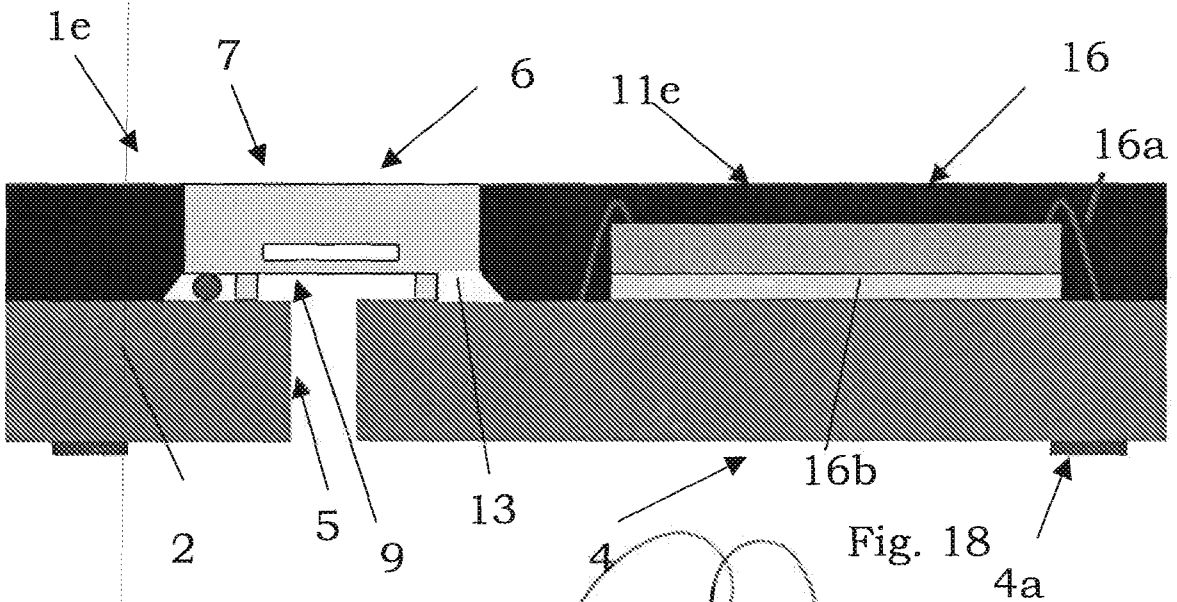
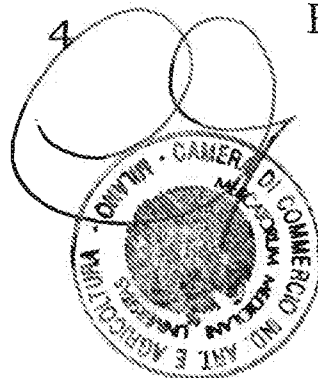


Fig. 18



*Umberto Zambardino*  
Dr. Umberto ZAMBARDINO  
N. Iscriz. ALBO 862B  
(In proprio e per gli altri)

MI7007 A00 0008

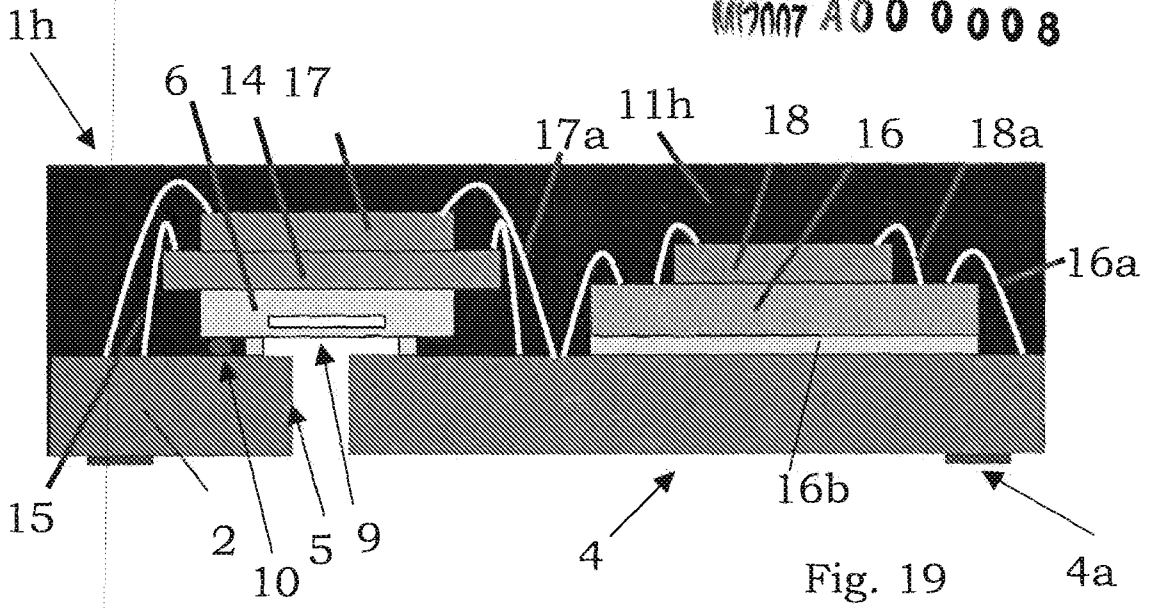


Fig. 19

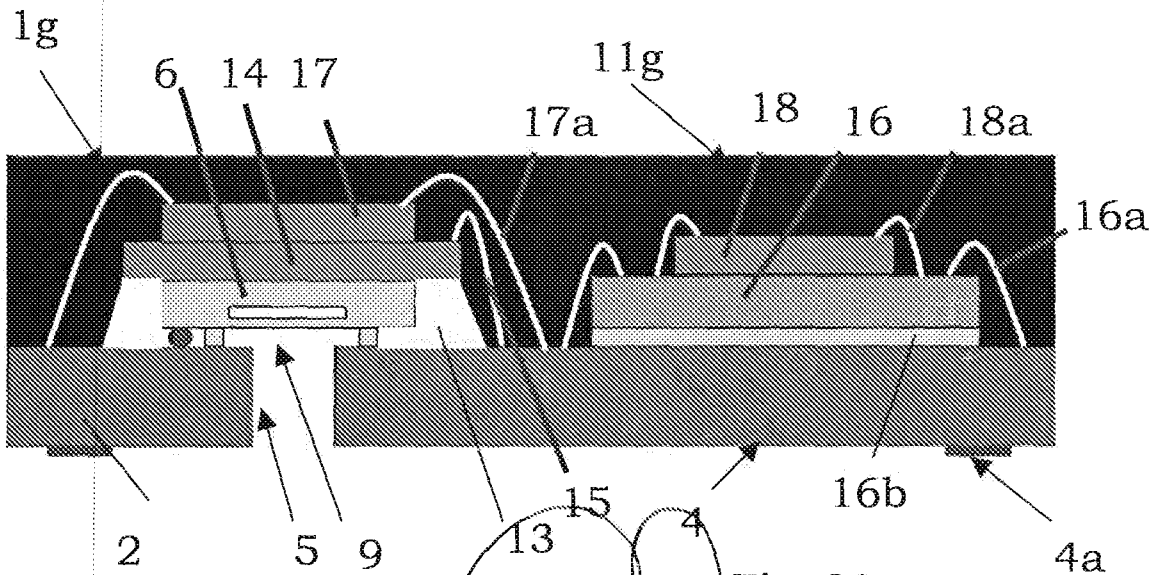
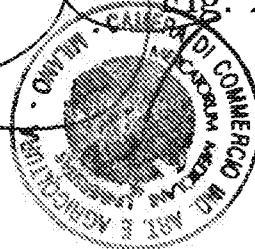


Fig. 20



*Dr. Umberto Zambardino*  
**Dr. Umberto ZAMBARDINO**  
N. Iscriz. ALBO 862B  
(In proprio e per gli altri)