

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901991517A1

Publication Date

20130427

Applicant

STMICROELECTRONICS S.R.L.

Title

STRUTTURA INCAPSULANTE SCHERMATA E RELATIVO METODO DI  
FABBRICAZIONE

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"STRUTTURA INCAPSULANTE SCHERMATA E RELATIVO METODO DI FABBRICAZIONE"

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA C. OLIVETTI, 2

AGRATE BRIANZA (MB)

Inventori: FONTANA Fulvio Vittorio, GRAZIOSI Giovanni,  
GRITTI Alex

\*\*\* \*\*\*\*\* \*\*\*

La presente invenzione è relativa ad una struttura incapsulante (o "package") schermata e ad un relativo metodo di fabbricazione, e in particolare ad una struttura incapsulante per un microfono MEMS.

Il package di sistemi microelettromeccanici (MEMS), quali ad esempio microfoni e sensori di pressioni, deve garantire una schermatura elettrica tra la regione di spazio interna al package stesso e l'ambiente esterno in cui il package è disposto. Tale schermatura ha la funzione di eliminare, o almeno ridurre, eventuali derive nel segnale del sensore causate da interferenza dovute a cariche elettrostatiche, ad esempio generate da campi magnetici esterni al package. In sostanza, tale package opera secondo i principi noti della gabbia di Faraday.

Inoltre, il package svolge anche una funzione di protezione meccanica del sensore, pur garantendo, se necessario, un certo grado di accessibilità al sensore dall'esterno.

La schermatura elettrica può essere ottenuta con diversi tipi di package.

Secondo una forma di realizzazione di tipo noto, un substrato è affacciato ad una cavità interna al package, ed è isolato superiormente mediante un cappuccio ("cap") planare. La cavità interna alloggia uno o più dispositivi, formati sul substrato. In questo caso, i dispositivi alloggiati nella cavità interna del package sono isolati dall'ambiente esterno al package mediante: il substrato; pareti laterali che si estendono a partire dal substrato in direzione ortogonale al piano su cui giace il substrato stesso; e il cappuccio, accoppiato alle pareti laterali in modo tale da essere affacciato al substrato e alla cavità interna del package. La cavità interna così formata è isolata dall'ambiente esterno al package. Il substrato include un piano di massa, generalmente di metallo, ad esempio rame. Il substrato può inoltre essere accoppiato ad una scheda a circuito integrato. Tale accoppiamento è effettuato, ad esempio, secondo la tecnologia standard di fabbricazione di un substrato a matrice di sfere ("ball grid array" - BGA). In questo caso, sfere conduttive (o

"bumps") sono formate in corrispondenza della superficie 21b del substrato 21 e collegate allo strato metallico 22 mediante fori conduttivi (o "vias" conduttive). Altri tipi di substrato e/o di accoppiamento possono essere utilizzati. Ad esempio, in alternativa all'uso di sfere conduttive, è possibile utilizzare piazzole conduttive (o "leads") accoppiate tra loro mediante pasta saldante. Anche in questo caso, le piazzole conduttive sono formate in corrispondenza della superficie 21b del substrato 21 e collegate allo strato metallico 22 mediante fori conduttivi (o "vias" conduttive).

Il cappuccio comprende uno strato metallico, avente la funzione di schermatura elettrica tra la regione di spazio esterna al package e quella interna.

Le pareti laterali sono incollate sul substrato utilizzando colle non conduttive o nastri ("tape") adesivi isolanti.

Per completare la formazione di una gabbia di Faraday, lo strato metallico del cappuccio è elettricamente collegato al piano di massa del substrato per mezzo di fori passanti conduttivi (ad esempio riempiti di resina caricata con materiale conduttivo), formati internamente alle pareti laterali. Si forma così un percorso conduttivo tra la metallizzazione del cappuccio e il piano di massa attraverso le pareti laterali, realizzando una gabbia di

Faraday.

La figura 1 mostra un package del tipo precedentemente descritto, comprendente: una scheda ("board") a circuito integrato 1; un substrato 2, accoppiato alla scheda a circuito integrato 1 mediante una matrice di sfere 4 o mediante piazzole conduttive accoppiate alla scheda a circuito integrato 1 mediante pasta saldante; pareti laterali 6, accoppiate al substrato 2 mediante uno strato adesivo non conduttivo 8; e un cappuccio 10, accoppiato alle pareti laterali 6 mediante un ulteriore strato adesivo non conduttivo 12. Il cappuccio 10, le pareti laterali 6 e il substrato 2 definiscono una cavità 14 interna al package. Inoltre, il cappuccio 10 comprende, in corrispondenza del lato direttamente affacciato alla cavità 14, uno strato metallico 16. Internamente alle pareti laterali 6 sono formati fori passanti conduttivi 18, ad esempio riempiti di resina caricata di materiale conduttivo, atti a collegare lo strato metallico 16 con un piano di massa GND (illustrato schematicamente), tramite la matrice di sfere 4. I fori passanti conduttivi 18 collegano il piano di massa GND con lo strato metallico 16. Generici dispositivi e/o sensori 19 sono alloggiati nella cavità 14.

La forma di realizzazione di figura 1 ha tuttavia un costo di fabbricazione relativamente elevato, dovuto alla necessità di formare i fori passanti. Inoltre, la presenza

dei fori passanti stessi all'interno delle pareti laterali 6 impone un vincolo alle dimensioni minime delle pareti laterali 6, che devono avere uno spessore sufficiente a consentire la formazione dei fori passanti 18 garantendo allo stesso tempo solidità strutturale al package. Per questi motivi, inoltre, i fori passanti 18 sono formati ad una certa distanza gli uni dagli altri, lasciando porzioni delle pareti laterali 6 non elettricamente schermate. La gabbia di Faraday non è pertanto completa.

Ulteriori forme di realizzazione di tipo noto (non mostrate in figura) comprendono un package in cui il substrato è accoppiato ad un cappuccio che presenta un recesso. Tale recesso forma, quando il cappuccio è accoppiato al substrato, la cavità interna del package. Pareti laterali 6 del tipo mostrato in figura 1 non sono pertanto necessarie, in quanto il cappuccio viene accoppiato direttamente al substrato. Il cappuccio comprende uno strato di metallizzazione formato internamente al recesso (formato sul fondo e sulle pareti laterali del recesso) e in corrispondenza delle regioni di accoppiamento con il substrato. Quando il cappuccio è accoppiato al substrato, non vi è necessità di formare fori passanti del tipo descritto con riferimento alla figura 1, in quanto le pareti che definiscono lateralmente la cavità interna del package sono già metallizzate. Il contatto

elettrico tra il cappuccio e il piano di massa avviene mediante la metallizzazione formata in corrispondenza delle regioni che si accoppiano con il substrato. Il substrato presenta, a tal fine, pad conduttivi di accoppiamento con la metallizzazione del cappuccio. La gabbia di Faraday che si forma in questo modo è, pertanto, completa.

Questa ulteriore forma di realizzazione ha tuttavia lo svantaggio di richiedere un cappuccio lavorato (comprendente un recesso), che ha un costo superiore al costo di un cappuccio planare (ad esempio del tipo mostrato in figura 1). In particolare, il costo risulta elevato soprattutto nel caso di package per sensori di pressione a tenuta stagna, che richiedono cappucci con una particolare schermatura dei fori di misurazione. Inoltre, poiché per motivi pratici di fabbricazione la profondità del recesso è limitata, risulta limitata di conseguenza l'altezza massima (misurata lungo un asse ortogonale al piano di giacenza del substrato) della cavità interna al package ottenuta. Questa forma di realizzazione è pertanto adatta a sensori MEMS che richiedono una altezza della cavità relativamente ridotta, ad esempio microfoni MEMS in cui il volume sotteso alla membrana del microfono è inferiore al volume circondante il sensore stesso.

Scopo della presente invenzione è fornire una struttura incapsulante schermata e un relativo metodo di

fabbricazione in grado di superare gli inconvenienti dell'arte nota.

Secondo la presente invenzione vengono forniti ("provided") una struttura incapsulante schermata e un relativo metodo di fabbricazione, come definiti nelle rivendicazioni allegate.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, ne vengono ora descritte forme di realizzazione preferite, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 mostra, in vista in sezione laterale, una struttura incapsulante (o "package") di tipo schermato ("shielded") secondo una forma di realizzazione di tipo noto;

- le figure 2a e 2b mostrano, rispettivamente in vista in sezione laterale e in vista dall'alto, una struttura incapsulante secondo una forma di realizzazione della presente invenzione;

- la figura 3 mostra, in vista in sezione laterale, una struttura incapsulante secondo una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 4a e 4b mostrano rispettivamente in vista dall'alto e in sezione laterale, una struttura incapsulante secondo un'altra ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 5a e 5b mostrano rispettivamente in vista dall'alto e in sezione laterale, una struttura incapsulante secondo una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 6a e 6b mostrano rispettivamente in vista in sezione laterale e dall'alto, una struttura incapsulante secondo una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;

- la figura 7 mostra, in vista in sezione laterale, una struttura incapsulante secondo una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 8-13 mostrano, in vista prospettica, fasi di realizzazione della struttura incapsulante secondo la forma di realizzazione delle figure 2a e 2b; e

- la figura 14 mostra una struttura incapsulante formata secondo una delle forme di realizzazione della presente invenzione alloggiante un microfono MEMS.

La figura 2a mostra, in vista in sezione lungo una linea di sezione II-II di figura 2b, una struttura incapsulante, o "package", 20 secondo una forma di realizzazione della presente invenzione. La figura 2b mostra il package 20 di figura 2a in vista dall'alto.

Il package 20 comprende un substrato 21 (giacente su un piano XZ), comprendente uno o più strati metallici 22 (solo uno è mostrato esemplificativamente in figura 2a),

estendentisi internamente al substrato 21 o in corrispondenza di regioni superficiali del substrato 21.

Uno di tali strati metallici 22 si estende per l'intera estensione del substrato 21, ed è collegato a un piano di massa GND del package 20. Secondo una forma di realizzazione, al fine di formare uno schermo completo, lo strato metallico 22 si estende per l'intera estensione del substrato 21. Altre forme di realizzazione, in cui lo strato metallico 22 si estende solo parzialmente nel substrato 21 sono tuttavia possibili.

Il substrato 21 alloggia inoltre uno o più dispositivi e/o componenti elettrici e/o elettronici e/o MEMS, come meglio illustrato in seguito. Il processo di fabbricazione di tali dispositivi e/o componenti elettrici e/o elettronici e/o MEMS non è oggetto della presente invenzione. In particolare, il substrato 21 alloggia un dispositivo elettronico o microelettromeccanico il cui funzionamento può essere negativamente influenzato dalla presenza di campi magnetici o cariche elettrostatiche provenienti dall'ambiente esterno al package 20. In particolare, tale dispositivo è un microfono MEMS.

Il substrato 21 è, ad esempio, di materiale plastico, o ceramico, o FR-4 (fibra di vetro), o di materiale flessibile atto a formare un substrato di tipo a circuito stampato flessibile (FPC, "Flexible Print Circuit"). Il

piano di massa GND è, ad esempio, il piano di massa di una scheda a circuito stampato (PCB, "Printed Circuit Board") a cui il substrato 21 è collegato tramite sfere metalliche ("bump") o pasta conduttiva accoppiata a rispettive piazzole conduttive, in modo analogo a quanto già mostrato e descritto con riferimento alla figura 1. Altri materiali sono utilizzabili per il substrato 21, e, in generale, qualsiasi struttura atta a portare elementi elettrici (dispositivi, componenti elettronici, ecc.) può essere utilizzata per formare il substrato 21.

Il package 20 comprende una cavità interna 32, atta ad alloggiare i dispositivi e/o componenti elettrici e/o elettronici e/o MEMS. La cavità interna 32 è delimitata inferiormente dal substrato 21 e lateralmente (lungo piani XY ortogonali al piano XZ) da pareti 24.

Il substrato 21 ha una superficie 21a e una superficie 21b, opposte tra loro. Le pareti laterali 24 poggiano sulla superficie 21a del substrato 21 (con una interfaccia di accoppiamento) e si estendono verticalmente lungo una direzione Y ortogonale al piano XZ, in allontanamento dal substrato 21 lungo l'asse Y. Come si osserva dalla figura 2b, secondo una forma di realizzazione, il substrato 21 ha forma quadrangolare (ad esempio in figura 2b è mostrato di forma rettangolare), e le pareti 24 si estendono per l'intera lunghezza dei quattro lati del substrato 21,

circondando lateralmente la cavità interna 32.

Le pareti laterali 24 sono, ad esempio, di resina BT (bismaldeide-triazina) rinforzata da fibre di vetro, plastica, o metalli quali alluminio, rame o altro ancora.

Le pareti laterali 24 sono accoppiate alla superficie 21a del substrato 21 in modo tale da risultare solidali al substrato 21. L'interfaccia di accoppiamento tra le pareti laterali 24 e il substrato 21 comprende una prima regione di accoppiamento 26 di colla non conduttiva, o nastro biadesivo non conduttivo.

Le pareti laterali 24 sono inoltre accoppiate ad un cappuccio ("cap") 28, che si estende su un piano sostanzialmente parallelo al piano XZ, a distanza dal substrato 21. Il cappuccio 28 comprende, secondo una forma di realizzazione della presente invenzione, uno strato conduttivo 31, ad esempio di metallo quale alluminio o rame o altro, estendentesi in corrispondenza di un lato 28a del cappuccio 28. La restante porzione del cappuccio 28 può essere, ad esempio di materiale plastico, o in fibra di vetro, o altro materiale scelto a seconda delle necessità. Il lato 28a del cappuccio 28 è il lato che, al termine delle fasi di fabbricazione del package 20, è direttamente affacciato alla superficie 21a del substrato 21.

Il cappuccio 28 può comprendere (in modo non mostrato in figura), uno o più fori passanti, atti ad assicurare

accessibilità dall'esterno del package verso la cavità interna 32 (si veda ad esempio la figura 14 per una forma di realizzazione esemplificativa, e non limitativa, di utilizzo di un package comprendente un cappuccio forato).

Le pareti laterali 24 sono accoppiate al lato 28a del cappuccio 28 mediante seconda regione di accoppiamento 30, ad esempio di colla non conduttiva, o nastro biadesivo non conduttivo, o colla conduttiva, o nastro biadesivo conduttivo.

In questo modo, le pareti laterali 24 si estendono tra il substrato 21 (in particolare la superficie 21a del substrato 21) e il cappuccio 28 (in particolare il lato 28a del cappuccio 28), e mantengono il cappuccio 28 in posizione al di sopra del substrato 21. Si forma così la cavità interna 32, delimitata dal substrato 21, dalle pareti laterali 24 e dal cappuccio 28. Il lato 28a del cappuccio 28 e la superficie 21a del substrato 21 sono direttamente affacciati alla cavità interna 32.

La cavità interna 32 ha una altezza  $\underline{k}$ , misurata lungo la direzione dell'asse Y tra la superficie 21a del substrato 21 e il lato 28a del cappuccio 28, data dalla somma dello spessore (misurato lungo la direzione Y) della prima regione di accoppiamento 26, delle pareti laterali 24, e della seconda regione di accoppiamento 30.

Come visibile in figura 2b, la cavità interna 32 è

atta ad alloggiare uno o più circuiti elettronici (ad esempio circuiti elettronici quali microcontrollori o ASIC) e/o elettromeccanici (ad esempio sensori microelettromeccanici quali microfoni fabbricati con tecnologia MEMS), e/o piastrine ("chip"), alloggianti a loro volta circuiti elettronici, montate sul substrato 21 in corrispondenza della superficie 21a. I circuiti elettronici, e/o elettromeccanici, e/o le piastrine possono essere elettricamente connessi tra loro, mediante fili ("wire") conduttivi, formati con tecniche note di "wire bonding". La cavità interna 32 può, in generale, ospitare qualsiasi tipo di componente e/o dispositivo elettrico, elettronico, meccanico, microelettromeccanico, o altro ancora.

Per garantire un collegamento elettrico tra il piano di massa GND e il cappuccio 28 (in particolare, lo strato conduttivo 31 del cappuccio 28), il package 20 comprende inoltre elementi colonnari conduttivi 34 estendentisi tra il substrato 21 e il cappuccio 28, internamente alla cavità 32, per collegare elettricamente il substrato 21 con il cappuccio 28. A questo fine, il substrato 21 comprende inoltre una pluralità di piazzole ("pad") conduttive 36, formate in corrispondenza della superficie 21a e atte a definire una regione conduttiva per il contatto elettrico con rispettivi elementi colonnari conduttivi 34. A loro

volta, le piazzole conduttive 36 sono in collegamento elettrico con lo strato metallico 22, e quindi con il piano di massa GND, mediante fori conduttivi (o "vias") 38. In questo modo, il cappuccio 28 è in collegamento elettrico con il piano di massa GND tramite gli elementi colonnari conduttivi 34.

Gli elementi colonnari conduttivi 34 hanno una altezza  $h$  (misurata lungo la direzione dell'asse Y) data dalla somma dello spessore (sempre misurato lungo la direzione Y) della prima regione di accoppiamento 26, delle pareti laterali 24, e della seconda regione di accoppiamento 30, meno l'eventuale spessore della piazzola conduttiva 36 al di sopra della superficie 21a del substrato 21, qualora la piazzola conduttiva 36 sporga al di sopra della superficie 21a.

Gli elementi colonnari conduttivi 34 sono di colla elettricamente conduttiva, ad esempio una colla (o resina) a base epossidica comprendente argento o altro materiale elettricamente conduttivo.

La tipologia di colla da utilizzare è scelta caso per caso, a seconda delle esigenze. Ad esempio, per formare elementi colonnari conduttivi 34 con un elevato rapporto tra area di base e altezza (elevato "aspect ratio"), in particolare aventi altezza  $h$  compresa tra 0.3 mm e 08 mm, è consigliabile utilizzare una colla con elevata viscosità,

ad esempio con valore di viscosità pari a 30.000 cps (30.000 mPa·s) o superiore.

Al contrario, per formare elementi colonnari conduttivi 34 aventi un ridotto valore di aspect ratio, in particolare aventi altezza  $h$  inferiore a 0.3 mm, è possibile utilizzare una colla con viscosità inferiore rispetto al caso precedente.

In ogni caso, la viscosità della colla è tale da consentire la formazione di elementi colonnari conduttivi 34 la cui area di base è interamente contenuta all'interno della rispettiva piazzola 36. Ciascuna piazzola 36 ha forma quadrangolare, tipicamente quadrata, con lato di base compreso tra 0.3 mm e 1 mm. Risulta evidente che, se necessario, i valori indicati possono variare, ad esempio le piazzole 36 possono avere lato di base maggiore di 1 mm e forma diversa da quella quadrata.

Secondo una forma di realizzazione della presente invenzione, gli elementi colonnari conduttivi 34 sono formati in contatto diretto con le pareti laterali 24. Tuttavia, secondo altre forme di realizzazione (non mostrate), gli elementi colonnari conduttivi 34 possono essere formati a distanza pareti laterali 24.

Come si nota dalla figura 2b, il substrato 21 e il cappuccio 28 hanno una forma sostanzialmente quadrangolare (ma qualsiasi altra forma geometrica è possibile). La

cavità interna 32 ospita, ad esempio, un circuito ASIC 40 ed un sensore MEMS 41 (ad esempio un microfono). Le pareti laterali 24 si estendono in un'area periferica del substrato 21, circondando e definendo la cavità interna 32.

La figura 2b mostra quattro piazzole conduttive 36. Tuttavia, il numero di piazzole conduttive può essere diverso da quattro (maggiore o minore). Anche il numero di elementi colonnari conduttivi 34 può essere diverso da quattro (maggiore o minore).

La figura 3 mostra una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione. La figura 3 mostra, in vista in sezione, un package 45 analogo al package 20 delle figure 2a e 2b. Il package 45 si differenzia dal package 20 per il fatto che il package 45 comprende un cappuccio 46 analogo al cappuccio 28 del package 20, ma privo dello strato conduttivo 31. Invece, il cappuccio 46 è esso stesso fatto di materiale conduttivo, ad esempio metallo, quale alluminio, rame, acciaio inox, o altri ancora.

Altri elementi comuni del package 45 con il package 20 di figura 2a e 2b non sono qui ulteriormente descritti, e sono indicati con gli stessi numeri di riferimento e non ulteriormente descritti, per brevità.

La figura 4a mostra, in vista dall'alto, un package 50 secondo una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione.

La figura 4b mostra una vista in sezione del package 50 lungo la linea di sezione IV-IV di figura 4a.

Elementi del package 20 delle figure 2a e 2b comuni con il package 50 delle figure 4a e 4b non sono ulteriormente descritti, e sono identificati con gli stessi numeri di riferimento e non ulteriormente descritti, per brevità.

Il package 50 differisce dal package 20 per il fatto di non comprendere la pluralità di elementi colonnari conduttivi 34. Invece, il package 50 comprende una struttura conduttiva 52 estendentesi in modo continuo lungo le pareti laterali 24, internamente alla cavità 32. La struttura conduttiva 52 si estende a contatto con le pareti laterali 24, tra il substrato 21 e il cappuccio 28. La struttura conduttiva 52 è in contatto elettrico diretto con le piazzole conduttive 36 e, tramite queste ultime e i vias 38, con il piano di massa GND.

Con riferimento congiunto alle figure 4a e 4b, la struttura conduttiva 52 ha una altezza  $h'$  (misurata lungo la direzione dell'asse Y) uguale all'altezza  $h$  degli elementi colonnari conduttivi 34, e comunque tale da formare un contatto elettrico tra il cappuccio 28 e le

piazzole conduttive 36. La struttura conduttiva 52 ha sostanzialmente altezza  $\underline{h'}$  data dalla somma dello spessore, misurato lungo la direzione Y, della prima regione di accoppiamento 26, delle pareti laterali 24, e della seconda regione di accoppiamento 30, meno l'eventuale spessore (al di sopra della superficie 21a del substrato 21) della piazzola conduttiva 36 in corrispondenza delle regioni in cui queste ultime sono presenti.

La struttura conduttiva 52 si estende inoltre a partire dalle pareti laterali 24 verso l'interno della cavità 32, parallelamente al piano XY (al di sopra ed in contatto con la superficie 21a). L'estensione della struttura conduttiva 52 dalle pareti laterali 24 verso l'interno della cavità 32 definisce lo spessore  $\underline{b}$  della struttura conduttiva. Secondo una forma di realizzazione, lo spessore  $\underline{b}$  è tale per cui, in corrispondenza delle piazzole conduttive 36, la struttura conduttiva 52 rimane confinata entro l'area di base delle piazzole conduttive 36. Lo spessore  $\underline{b}$  è inoltre sostanzialmente uniforme per l'intera estensione della struttura conduttiva 52. Ad esempio  $\underline{b}$  è compreso tra  $\underline{h}/2$  e  $\underline{h}$ .

Risulta evidente che, secondo forme di realizzazione alternative, o a causa di imprecisioni durante la fase di dispensazione della colla, lo spessore  $\underline{b}$  può non essere uniforme per l'intera estensione della struttura conduttiva

52, e/o eccedere i lati che definiscono l'area di base delle piazzole conduttive 36; tuttavia, in questo caso, si ha una corrispondente riduzione del volume utilizzabile della cavità interna 32.

La struttura conduttiva 52 è uno strato di colla elettricamente conduttiva, in particolare dello stesso tipo descritto con riferimento alle figure 2a, 2b per il package 20. Valgono qui le stesse summenzionate considerazioni relative alla scelta della viscosità della colla, che dipendono dall'applicazione specifica e dall'altezza  $h'$  della struttura conduttiva 52 che si desidera ottenere.

La forma di realizzazione delle figure 4a, 4b ha il vantaggio di consentire la formazione di una gabbia di Faraday completa, in quanto la cavità interna 32 è completamente schermata rispetto all'ambiente esterno al package 50. Tuttavia, il volume della cavità interna 32 è ridotto rispetto alla forma di realizzazione delle figure 2a, 2b.

Secondo una ulteriore forma di realizzazione (non mostrata in figura), il package 50 comprende un cappuccio 46 del tipo descritto con riferimento alla figura 3.

Le figure 5a e 5b mostrano un package 60 rispettivamente in vista laterale in sezione e in vista dall'alto, di una ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione.

La figura 5a è una vista lungo la linea di sezione V-V di figura 5b. Elementi del package 60 comuni al package 20 delle figure 2a, 2b e/o al package 50 delle figure 4a, 4b sono indicati con gli stessi numeri di riferimento e non sono ulteriormente descritti.

Secondo la forma di realizzazione del package 60, il contatto elettrico tra il cappuccio (indifferentemente del tipo mostrato in figura 2a o del tipo mostrato in figura 3) e il piano di massa GND è ottenuto per mezzo di una struttura conduttiva 62 che si estende in corrispondenza di una porzione delle pareti laterali 24, internamente alla cavità 32, lasciando scoperta la rimanente porzione delle pareti laterali 24. A differenza di quanto mostrato nelle figure 4a e 4b, la struttura conduttiva 62 non copre completamente le pareti laterali 24 all'interno della cavità 32, ma le copre solo parzialmente. Il vantaggio, in questo caso, risiede nella possibilità di ottenere una cavità interna 32 di volume maggiorato rispetto alla forma di realizzazione di figura 4a, a costo di una schermatura elettrica non completa.

La struttura conduttiva 62 è di una colla conduttiva dello stesso tipo descritto con riferimento alle forme di realizzazione delle figure 2a, 2b e 4a, 4b.

Le figure 6a e 6b mostrano una ulteriore forma di realizzazione di un package 70, in cui la superficie del

substrato 21 presenta una o più regioni profonde (o recessi) 71 estendentisi ad una quota, misurata lungo l'asse Y, compresa tra la quota a cui si estende la superficie 21a e la quota a cui si estende la superficie 21b. Un substrato che presenta una regione profonda 71 può essere utilizzato per alloggiare formare piastrine di circuiti elettronici e piastrine di dispositivi MEMS sovrapposti (ma non in contatto) tra loro, ciascuno ad una rispettiva quota.

La figura 6a è una vista in sezione della figura 6b, lungo la linea di sezione VI-VI di figura 6b. Nelle figure 6a e 6b è mostrata una sola regione profonda 71. La regione profonda 71 ha forma sostanzialmente quadrangolare (ma qualunque altra forma è possibile), ed è lateralmente delimitata da pareti 72. La regione profonda 71 comprende una o più piazzole conduttive 74 (solo una mostrata in figura), collegata, attraverso un foro conduttivo 75, allo strato metallico 22 e quindi al piano di massa GND.

In questo caso, il collegamento elettricamente conduttivo tra il cappuccio 28 (ma quanto qui descritto vale anche con riferimento ad un cappuccio 46 del tipo di figura 3) e il piano di massa GND è ottenuto attraverso una prima e una seconda struttura conduttiva 76 e 78. La prima struttura conduttiva 76 è analoga alla struttura conduttiva 62 descritta con riferimento alle figure 5a e 5b; la

seconda struttura conduttiva 78 si estende lungo una porzione delle pareti 72, in parte sovrapposta alla prima struttura conduttiva 76 così da essere in contatto diretto con la prima struttura conduttiva 76 e con la piazzola conduttiva 74.

La prima e la seconda struttura conduttiva 76, 78 sono di colla elettricamente conduttiva, del tipo descritto precedentemente, con riferimento alle forme di realizzazione delle figure 2a, 2b, 4a, 4b, 5a, 5b.

Si realizza in questo modo un collegamento elettrico tra il cappuccio 28 e il piano di massa GND, attraverso la prima e la seconda struttura conduttiva 76, 78.

La figura 7 mostra, in vista in sezione laterale, un package 80 secondo una ulteriore forma di realizzazione.

Elementi del package 80 comuni ad elementi del package 20 sono indicati con gli stessi numeri di riferimento e non ulteriormente descritti.

Il package 80 comprende, a differenza del package 20, pareti laterali 24 ricoperte ("coated") da uno strato conduttivo 81, ad esempio di materiale metallico conduttivo, in particolare alluminio rame, o nickel, o oro, o un multistrato metallico includente rame, nickel, e oro, oppure altro ancora.

Inoltre, la seconda regione di accoppiamento 30 è di tipo elettricamente conduttivo, ottenuta per mezzo di una

colla conduttiva, o un nastro adesivo conduttivo, o altro ancora.

Il package 80 comprende inoltre una struttura di connessione elettrica 84 estendentesi a partire da ciascuna verso le pareti laterali 24, in contatto elettrico diretto con la rispettiva piazzola conduttiva 36 e con lo strato conduttivo 81. La struttura di connessione elettrica 84 è di colla elettricamente conduttiva, dello stesso tipo descritto con riferimento alle forme di realizzazione precedenti (si veda ad esempio quanto descritto con riferimento alle figure 2a e 2b). Tuttavia, poiché lo strato conduttivo 81 è in collegamento elettrico con il cappuccio 28 tramite la seconda regione di accoppiamento 30, la colla conduttiva che forma la struttura di connessione elettrica 84 non deve necessariamente contattare direttamente il cappuccio 28. È invece sufficiente che la struttura di connessione elettrica 84 sia in contatto con lo strato conduttivo 81. In questo modo, poiché lo strato conduttivo 81 è in contatto elettrico con il cappuccio 28, si forma un collegamento elettrico tra il cappuccio 28 e il piano di massa GND attraverso la seconda regione di accoppiamento 30, lo strato conduttivo 81, la struttura di connessione elettrica 84, la piazzola conduttiva 36, il foro conduttivo 38, e lo strato metallico 22.

La seconda regione di accoppiamento 30 è formata, ad esempio, utilizzando la stessa colla conduttiva utilizzata per formare la struttura di connessione elettrica 84.

Risulta evidente che alla forma di realizzazione descritta per il package 80 possono essere apportate varianti. Ad esempio, il cappuccio può essere del tipo mostrato in figura 3 e descritto con riferimento a tale figura. Inoltre, la struttura di connessione elettrica 84 può essere di tipo colonnare (figure 2a, 2b), o estendersi per l'intera estensione delle pareti laterali 24 (analogamente a quanto mostrato nelle figure 4a e 4b) in contatto elettrico con lo strato conduttivo 81. Alternativamente, la struttura di connessione elettrica 84 si estende per una porzione limitata delle pareti laterali 24 (analogamente a quanto mostrato nelle figure 6a e 6b). Infine, possono essere presenti una pluralità di strutture di connessione elettrica di colla conduttiva, estendentesi a quote diverse tra loro, nel caso in cui il substrato 21 presenti regioni profonde del tipo mostrato nelle figure 6a e 6b. In ogni caso, indipendentemente dalla forma di realizzazione, la colla conduttiva è in contatto elettrico con lo strato conduttivo 81, e un contatto diretto tra la colla conduttiva e il cappuccio non è necessario.

Con riferimento alle figure 8-13 è ora descritto un metodo di fabbricazione di una struttura incapsulante, o package, secondo la presente invenzione.

Innanzitutto, figura 8, si dispone il substrato 21, ad esempio di materiale plastico, o ceramico, o FR-4 (fibra di vetro), o di materiale flessibile atto a formare un substrato di tipo a circuito stampato flessibile (FPC, "Flexible Print Circuit"). Il substrato 21 è di tipo precedentemente lavorato, e comprende, ad esempio, il circuito ASIC 40 e il sensore MEMS 41, alloggiati in corrispondenza della superficie 21a. Il substrato 21 comprende dunque, in modo non mostrato in dettaglio, più strati sovrapposti di materiale semiconduttore, dielettrico, conduttivo (in particolare lo strato metallico 22). Il substrato 21 comprende inoltre il foro conduttivo 38, e le piazzole conduttive 36, formati in modo noto secondo fasi non facenti parte della presente invenzione.

Secondo una forma di realizzazione, il substrato 21 è di tipo a matrice di sfere (BGA, "Ball Grid Array"), di tipo noto come mostrato ad esempio in figura 1. In questo caso, sfere conduttive (o "bumps") sono formate in corrispondenza della superficie 21b del substrato 21 e collegate allo strato metallico 22 mediante fori conduttivi (o "vias" conduttive). Altri tipi di substrato e/o di connessioni possono essere utilizzati, ad esempio

utilizzando una pasta conduttiva per accoppiare tra loro piazzole conduttive.

Quindi, figure 9a e 9b, si formano le pareti 24. Le pareti 24 sono formate mediante un procedimento di fresatura ("milling"), in cui una punta di taglio viene movimentata su un blocco di materiale solido per rimuovere porzioni del blocco di materiale solido al fine di ottenere una certa struttura desiderata. In questo caso, il materiale è resina BT (bismaldeide-triazina), rinforzata da fibre di vetro.

La figura 9a mostra un blocco 100, in cui linee di taglio 101 sono mostrate con linea tratteggiata. La punta di taglio viene movimentata lungo le linee di taglio 101, per incidere il blocco 100 per l'intera profondità. Le porzioni 100a e 100b vengono rimosse, figura 9b, ottenendo una struttura di parete 103 di forma quadrangolare che presenta una apertura 102.

Quindi, figura 10, un primo e un secondo strato adesivo 104, 105 sono formati in corrispondenza di lati 103a, 103b, opposti tra loro, della struttura di parete 103, e in particolare in corrispondenza dei lati 103a, 103b che sono, in fasi successive, accoppiati con il substrato 21 e con il cappuccio 28. La fase di formare il primo e il secondo strato adesivo 104, 105 comprende, ad esempio, applicare uno strato di colla non conduttiva;

alternativamente, comprende applicare un nastro biadesivo non conduttivo.

Quindi, figura 11, la struttura di parete 103 viene disposta a contatto con il substrato 21, in modo tale che il primo strato adesivo 104 formi una interfaccia di accoppiamento tra la struttura di parete 103 e la superficie 21a del substrato 21. Quando la struttura di parete 103 e la superficie 21a del substrato 21 sono accoppiate come descritto e mostrato, il primo strato adesivo 104 forma la prima regione di accoppiamento 26 di figura 2a. La struttura di parete 103 è disposta in modo da circondare il circuito ASIC 40, il sensore MEMS 41 e le piazzole conduttive 36. La struttura di parete 103, quando disposta sul substrato come descritto e mostrato, forma le pareti laterali 24 descritte con riferimento alle figure 2a, 2b.

Quindi, figura 12, vengono formati gli elementi colonnari conduttivi 34 dispensando la colla conduttiva, di tipo scelto già descritto con riferimento con riferimento alle figure 2a, 2b. La colla conduttiva è dispensata, ad esempio, mediante sistemi di dispensa a getto di tipo noto e ampiamente utilizzato nella microfabbricazione di circuiti integrati e packages.

La colla conduttiva viene dispensata in corrispondenza delle piazzole conduttive 36, fino a raggiungere una

altezza, lungo l'asse Y, maggiore dell'altezza  $k$ , misurata lungo l'asse Y. In questo modo si è sicuri che il cappuccio 28, quando disposto in posizione al di sopra della struttura di parete 103, è in contatto con la colla conduttiva. La colla può essere dispensata mediante un macchina di dispensa a getto, di tipo noto, atta a dispensare gocce di colla aventi dimensione controllata ed eventualmente impostabile secondo necessità.

Quindi, figura 13, il cappuccio conduttivo 28 viene disposto al di sopra della struttura di parete 103 in modo tale da contattare il secondo strato adesivo 105 che funge da interfaccia di accoppiamento tra la struttura di parete 103 e il cappuccio 28.

Una successiva fase di processamento termico ("thermal processing") in forno, a temperatura compresa tra 150 e 170°C, consente la polimerizzazione della colla conduttiva che forma gli elementi colonnari conduttivi 34, garantendone la solidificazione e una buona adesione al cappuccio 28 e alle piazzole conduttive 36. Il forno per la fase di processamento termico è ad esempio un forno statico o dinamico a tunnel, o un forno a torre.

Secondo una ulteriore forma di realizzazione, il secondo strato adesivo 105 è di colla conduttiva e viene formato sulla struttura di parete 103 contemporaneamente alla formazione degli elementi colonnari conduttivi 34. In

questo caso, la colla conduttiva viene dispensata in corrispondenza delle piazzole conduttive 36 e anche al di sopra della struttura di parete 103, in modo tale da contattare il lato 28a del cappuccio 28, formando la seconda regione di accoppiamento 30. Nel caso in cui la stessa colla conduttiva sia utilizzata per formare gli elementi colonnari 34 e il secondo strato adesivo 105, la fase di processamento termico causa la polimerizzazione anche del secondo strato adesivo 105 (formando la seconda regione di accoppiamento 30).

Secondo una forma di realizzazione alternativa, la seconda regione di accoppiamento 30 è formata applicando un nastro biadesivo non conduttivo, in corrispondenza del lato 28a del cappuccio 28, e quindi il cappuccio 28 viene accoppiato con la struttura di parete 103.

Il processo di fabbricazione descritto con riferimento alle figure 8-13 si applica in modo ovvio a tutte le forme di realizzazione descritte secondo la presente invenzione, modificando semplicemente le modalità di dispensazione della colla conduttiva (ad esempio, invece che formare elementi colonnari, è possibile dispensare la colla conduttiva lungo l'intera estensione delle pareti laterali, figura 4a; oppure lungo una porzione della pareti laterali, figura 5b; oppure su più livelli nel caso in cui il substrato 21 presenti aree a quote diverse l'una

dall'altra, figura 6b; oppure ridurre la quantità di colla dispensata al fine di realizzare contatti elettrici tra pareti laterali 24 conduttive e piazzole 36, figura 7).

La figura 14 mostra, in vista in sezione, un package 200 per un microfono MEMS 201, secondo la presente invenzione. Il package 200 è formato secondo una qualsiasi delle forme di realizzazione precedentemente descritte, e comprende regioni di colla conduttiva facenti parte di un collegamento elettrico tra il cappuccio 28 (o cappuccio 46, con riferimento alla forma di realizzazione di figura 3) del package 200 e pad conduttivi 36 formati sul substrato 21 del package 200. Tali regioni di colla conduttiva possono essere elementi colonnari del tipo mostrato in figura 2b, o strisce ("strips") di colla conduttiva del tipo mostrato nelle figure 4a, 5b, 6b, per creare un contatto elettrico diretto tra il cappuccio 28 o 46 e il substrato 21; alternativamente, le regioni di colla conduttiva sono elementi colonnari o strisce estese atte a creare un contatto elettrico tra pareti laterali provviste di uno strato conduttivo e i pad conduttivi del substrato 21 secondo quanto descritto con riferimento alla figura 7.

Il microfono MEMS 201 è formato secondo fasi note di microfabbricazione, ad esempio attaccando ("etching") silicio, in corrispondenza della superficie 21a del substrato 21.

La cavità interna 32 è una cavità acustica per il microfono MEMS 201. Formato in corrispondenza della superficie 21a del substrato 21, è inoltre presente un circuito integrato 202, collegato al microfono MEMS 201 mediante fili conduttivi 203, per operare il microfono MEMS 201.

Il cappuccio 28 o 46 comprende inoltre uno o più fori passanti 205 (solo uno è mostrato in figura), per consentire il passaggio di segnali acustici dall'ambiente esterno al package verso la cavità interna. Il foro passante 205 è formato preferibilmente non verticalmente allineato (cioè non allineato lungo l'asse Y) con il microfono MEMS 201, così da proteggere il microfono MEMS 201 dall'eventuale ingresso di polvere, o agenti che potrebbero danneggiare il microfono MEMS 201 o inficiarne il funzionamento.

Da un esame delle caratteristiche del trovato realizzato secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

Il package realizzato secondo una qualsiasi delle forme di realizzazione descritte ha numerosi vantaggi. In particolare, il package è a tenuta stagna, ed è pertanto utilizzabile anche in situazioni in cui si desidera proteggere i sensori alloggiati nella cavità interna 32 da umidità o liquidi.

Inoltre, le forme di realizzazione descritte prevedono un cappuccio di tipo planare, più economico rispetto a cappucci lavorati e comprendenti essi stessi una o più cavità.

Secondo la presente invenzione, i package descritti formano rispettive gabbie di Faraday, atte a eliminare o quanto meno ridurre gli effetti negativi che cariche elettrostatiche e campi magnetici esterni al package potrebbero avere sul funzionamento dei sensori e dispositivi alloggiati nella cavità interna.

Secondo la forma di realizzazione delle figure 2a e 2b la gabbia di Faraday non è completa, ma la cavità interna 32 è ampia; secondo la forma di realizzazione delle figure 4a e 4b la gabbia di Faraday è completa (schermatura completa), ma lo spazio residuo della cavità interna 32 è ridotto rispetto al caso delle figure 2a, 2b. la forma di realizzazione delle figure 5a e 5b è un compromesso tra le due condizioni sopra esposte.

Inoltre, quando richiesto, il package secondo tutte le forme di realizzazione descritte garantisce protezione meccanica dei dispositivi alloggiati nella cavità interna ma anche accessibilità dall'esterno (quando il cappuccio è provvisto di fori passanti).

Inoltre, i package secondo le forme di realizzazione descritte ha un basso costo di realizzazione, e consente di

contenere le dimensioni generali.

Inoltre, l'insegnamento secondo la presente invenzione può essere applicato anche a package non standard, consentendo elevata flessibilità di applicazione.

Risulta infine chiaro che a quanto qui descritto ed illustrato possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

Ad esempio, i package secondo tutte le forme di realizzazione della presente invenzione possono essere utilizzati per alloggiare qualsiasi dispositivo o sensore, non limitati al microfono MEMS di figura 14. Ad esempio, il sensore può essere un sensore di pressione, in particolare realizzato in tecnologia MEMS.

Alternativamente a quanto mostrato in figura 14, l'apertura 205 può essere formata nel substrato 21 e non nel cappuccio 28, 46.

Inoltre, per migliorare l'impermeabilità della struttura incapsulante secondo la presente invenzione, in particolare nel caso in cui il cappuccio presenti fori per l'accesso verso la cavità interna, il cappuccio può essere ricoperto mediante un nastro ("tape") impermeabile.

## RIVENDICAZIONI

1. Struttura incapsulante (20; 45; 50; 60; 70; 200) comprendente:

- un substrato (21) avente una prima superficie (21a) ed alloggiante almeno una piazzola ("pad") conduttiva (36) estendentesi affacciata alla prima superficie (21a) e configurata per essere elettricamente accoppiata ad un terminale di conduzione (GND) a tensione di riferimento;

- un elemento di copertura ("cover member") (28; 46), disposto a distanza dalla e affacciato alla prima superficie (21a) del substrato (21);

- muri di alloggiamento ("housing walls") (24), estendentisi tra il substrato (21) e l'elemento di copertura (28, 46),

il substrato (21), l'elemento di copertura (28; 46), e i muri di alloggiamento (24) definendo una cavità (32) interna a detta struttura incapsulante, la piazzola conduttiva (36) essendo interna alla cavità (32),

caratterizzata dal fatto di comprendere inoltre almeno una struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) estendentesi nella cavità (32) tra, ed in contatto elettrico con, l'elemento di copertura (28; 46) e la piazzola conduttiva (36) per collegare elettricamente l'elemento di copertura (28; 46) al terminale di conduzione (GND).

2. Struttura incapsulante secondo la rivendicazione 1, in cui la struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) è di colla conduttiva.

3. Struttura incapsulante secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui la struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) è in contatto elettrico diretto con l'elemento di copertura (28; 46) e la piazzola conduttiva (36).

4. Struttura incapsulante secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui i muri di alloggiamento (24) comprendono uno strato conduttivo (81) ricoprente i muri di alloggiamento (24), detto strato conduttivo (81) essendo elettricamente accoppiato all'elemento di copertura (28; 46), la struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) essendo in contatto elettrico diretto con lo strato conduttivo (81).

5. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la piazzola conduttiva (36) ha forma geometrica tridimensionale con un'area di base, la struttura elettricamente conduttiva (34) avendo forma colonnare con area di base inferiore o circa pari all'area di base della piazzola conduttiva (36).

6. Struttura incapsulante secondo la rivendicazione 6, comprendente inoltre: una pluralità di piazzole conduttiva (36) estendentisi in corrispondenza della prima superficie

(21a) del substrato (21) nella cavità (32) e collegate con il terminale di riferimento (GND); ed una pluralità di regioni elettricamente conduttive (34) estendentisi nella cavità (32) tra rispettive piazzole conduttive (36) e l'elemento di copertura (28; 46), a distanza l'una dall'altra.

7. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui la struttura elettricamente conduttiva (52) si estende nella cavità (32) lungo i muri di alloggiamento (24) tra ed in contatto diretto con il substrato (21) e l'elemento di copertura (28; 46), per l'intera estensione di detti muri di alloggiamento.

8. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui la struttura elettricamente conduttiva (52) si estende nella cavità (32) lungo i muri di alloggiamento (24) tra ed in contatto diretto con il substrato (21) e l'elemento di copertura (28; 46), per una porzione dell'intera estensione di detti muri di alloggiamento.

9. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il substrato (21) presenta un recesso (71) avente una seconda superficie estendentesi ad una quota inferiore rispetto alla quota a cui si estende detta prima superficie (21a), detta piazzola conduttiva (36) essendo disposta affacciata alla seconda

superficie, in cui detta struttura elettricamente conduttiva (76, 78) include una prima regione elettricamente conduttiva (76) estendentesi tra l'elemento di copertura (28; 46) e la prima superficie (21a) del substrato (21) e una seconda regione elettricamente conduttiva (78) estendentesi in contatto elettrico diretto con la prima regione elettricamente conduttiva (76) e con la piazzola conduttiva (36).

10. Struttura incapsulante secondo la rivendicazione 9, in cui la prima e la seconda regione elettricamente conduttiva (76, 78) sono di colla elettricamente conduttiva.

11. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre una prima regione di accoppiamento (26) atta ad accoppiare i muri di alloggiamento (24) alla prima superficie (21a) del substrato (21), ed una seconda regione di accoppiamento (30) elettricamente isolante atta ad accoppiare i muri di alloggiamento (24) all'elemento di copertura (28; 46), la prima e la seconda regione di accoppiamento comprendendo una colla o un nastro biadesivo.

12. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il substrato (21) è di tipo a matrice di sfere e comprende una pluralità di sfere conduttive ("conductive bumps") (4) atte ad essere

accoppiate ad una scheda a circuito integrato (1).

13. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'elemento di copertura (28) include uno strato di copertura (31), di materiale elettricamente conduttivo, estendentesi direttamente affacciato a detta cavità (32), detta struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 84) estendendosi in contatto diretto con lo strato di copertura (31).

14. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-12, in cui l'elemento di copertura (28) è un pezzo unico di materiale elettricamente conduttivo.

15. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'elemento di copertura (28, 46) presenta uno o più fori atti a formare un accesso verso la cavità (32).

16. Struttura incapsulante secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la cavità (32) è configurata per alloggiare uno o più sensori e/o dispositivi MEMS, e/o circuiti elettrici e/o elettronici (40, 41).

17. Struttura incapsulante secondo le rivendicazioni 15 e 16, in cui detti sensori e/o dispositivi MEMS comprendono un microfono MEMS (201).

18. Metodo di fabbricazione di una struttura incapsulante comprendente:

- disporre ("providing") un substrato (21) avente una prima superficie (21a);

- formare almeno una piazzola conduttiva (36) affacciata alla prima superficie (21a) e configurata per essere elettricamente accoppiata ad un terminale di conduzione (GND) ad una tensione di riferimento;

- formare muri di alloggiamento ("housing walls") (24) sul substrato (21);

- accoppiare ("arranging") un elemento di copertura ("cover member") (28; 46) ai muri di alloggiamento (24), a distanza dalla e affacciato alla prima superficie (21a) del substrato (21),

il substrato (21), l'elemento di copertura (28; 46), e i muri di alloggiamento (24) definendo una cavità (32) interna a detta struttura incapsulante, la piazzola conduttiva (36) essendo formata entro la cavità (32),

caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre le fasi di:

- formare una struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) nella cavità (32) tra, ed in contatto elettrico con, l'elemento di copertura (28; 46) e la piazzola conduttiva (36); e

- collegare elettricamente l'elemento di copertura (28; 46) al terminale di conduzione (GND).

19. metodo secondo la rivendicazione 18, in cui la

fase di formare la struttura elettricamente conduttiva (34; 52; 62; 76; 78; 84) comprende dispensare colla conduttiva.

20. Metodo secondo la rivendicazione 19, in cui la colla conduttiva è a base epossidica, il metodo comprendendo inoltre la fase di eseguire un processo termico per favorire la polimerizzazione della colla conduttiva.

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

**Elena CERBARO**

CLAIMS

1. An encapsulating structure (20; 45; 50; 60; 70; 200) comprising:

- 5 - a substrate (21) having a first surface (21a) and housing at least one conductive pad (36) which extends facing the first surface (21a) and is configured for being electrically coupled to a conduction terminal (GND) at a reference voltage;
- 10 - a cover member (28; 46), arranged at a distance from and facing the first surface (21a) of the substrate (21); and
- housing walls (24), extending between the substrate (21) and the cover member (28, 46),
- the substrate (21), the cover member (28; 46), and the housing walls (24) defining a cavity (32) inside said encapsulating structure, the conductive pad (36) being inside the cavity (32),
- 15 said encapsulating structure being characterized in that it further comprises at least an electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) extending in the cavity (32) between, and in electrical contact with, the cover member (28; 46) and the conductive pad (36) for electrically connecting the cover member (28; 46) to the conduction terminal (GND).
- 20

25 2. The encapsulating structure according to claim 1, wherein the electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) is made of conductive glue.

3. The encapsulating structure according to claim 1 or claim 2, wherein the electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) is in direct electrical contact with the cover member (28; 46) and the conductive pad (36).

30

4. The encapsulating structure according to claim 1 or claim

2, wherein the housing walls (24) comprise a conductive layer (81) coating the housing walls (24), said conductive layer (81) being electrically coupled to the cover member (28; 46), the electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) being in direct electrical contact with the conductive layer (81).

5. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the conductive pad (36) has a three-dimensional geometrical shape with a base area, the electrically conductive structure (34) having a columnar shape with base area smaller than or approximately equal to the base area of the conductive pad (36).

6. The encapsulating structure according to claim 6, further comprising: a plurality of conductive pads (36) extending at the first surface (21a) of the substrate (21) in the cavity (32) and connected to the reference terminal (GND); and a plurality of electrically conductive regions (34), which extend in the cavity (32), at a distance from one another, between respective conductive pads (36) and the cover member (28; 46).

7. The encapsulating structure according to any one of claims 1-4, wherein the electrically conductive structure (52) extends in the cavity (32) along the housing walls (24) between and in direct contact with the substrate (21) and the cover member (28; 46), throughout the extension of said housing walls.

8. The encapsulating structure according to any one of claims 1-4, wherein the electrically conductive structure (52) extends in the cavity (32) along the housing walls (24) between and in direct contact with the substrate (21) and the

cover member (28; 46), for a portion of the entire extension of said housing walls.

5 9. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the substrate (21) has a recess (71) having a second surface which extends at a lower height with respect to the height at which said first surface extends (21a), said conductive pad (36) being arranged facing the second surface, wherein said electrically conductive structure  
10 (76, 78) includes a first electrically conductive region (76), which extends between the cover member (28; 46) and the first surface (21a) of the substrate (21) and a second electrically conductive region (78), which extends in direct electrical contact with the first electrically conductive region (76) and  
15 with the conductive pad (36).

10. The encapsulating structure according to claim 9, wherein the first and second electrically conductive regions (76, 78) are made of electrically conductive glue.

20

11. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, further comprising a first coupling region (26) adapted to couple the housing walls (24) to the first surface (21a) of the substrate (21), and a second coupling  
25 region (30), which is electrically insulating and is arranged to couple the housing walls (24) to the cover member (28; 46), the first and second coupling regions comprising a glue or a biadhesive tape.

30 12. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the substrate (21) is of a ball-grid-array type and comprises a plurality of conductive bumps (4) adapted to be coupled to an integrated-circuit board (1).

13. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the cover member (28) includes a cover layer (31), made of electrically conductive material, which extends directly facing said cavity (32), said electrically conductive structure (34; 52; 62; 84) extending in direct contact with the cover layer (31).

14. The encapsulating structure according to any one of claims 1-12, wherein the cover member (28) is a single piece of electrically conductive material.

15. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the cover member (28, 46) has one or more vias, which are adapted to form an access towards the cavity (32).

16. The encapsulating structure according to any one of the preceding claims, wherein the cavity (32) is configured for housing one or more MEMS sensors and/or devices, and/or electrical and/or electronic circuits (40, 41).

17. The encapsulating structure according to claims 15 and 16, wherein said MEMS sensors and/or devices comprise a MEMS microphone (201).

18. A method for manufacturing an encapsulating structure comprising:

- providing a substrate (21) having a first surface (21a);
- forming at least a conductive pad (36) facing the first surface (21a) and configured for being electrically coupled to a conduction terminal (GND) at a reference voltage;
- forming housing walls (24) on the substrate (21); and
- coupling a cover member (28; 46) to the housing walls (24), at a distance from and facing the first surface (21a) of the

substrate (21),

the substrate (21), the cover member (28; 46), and the housing walls (24) defining a cavity (32) inside said encapsulating structure, the conductive pad (36) being formed within the  
5 cavity (32),

the method being characterized in that it further comprises the steps of:

- forming an electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) in the cavity (32) between, and in electrical  
10 contact with, the cover member (28; 46) and the conductive pad (36); and

- electrically connecting the cover member (28; 46) to the conduction terminal (GND).

15 19. The method according to claim 18, wherein the step of forming the electrically conductive structure (34; 52; 62; 76; 78; 84) comprises dispensing conductive glue.

20 20. The method according to claim 19, wherein the conductive glue has an epoxy base, the method further comprising the step of carrying out a thermal process to favour polymerization of the conductive glue.

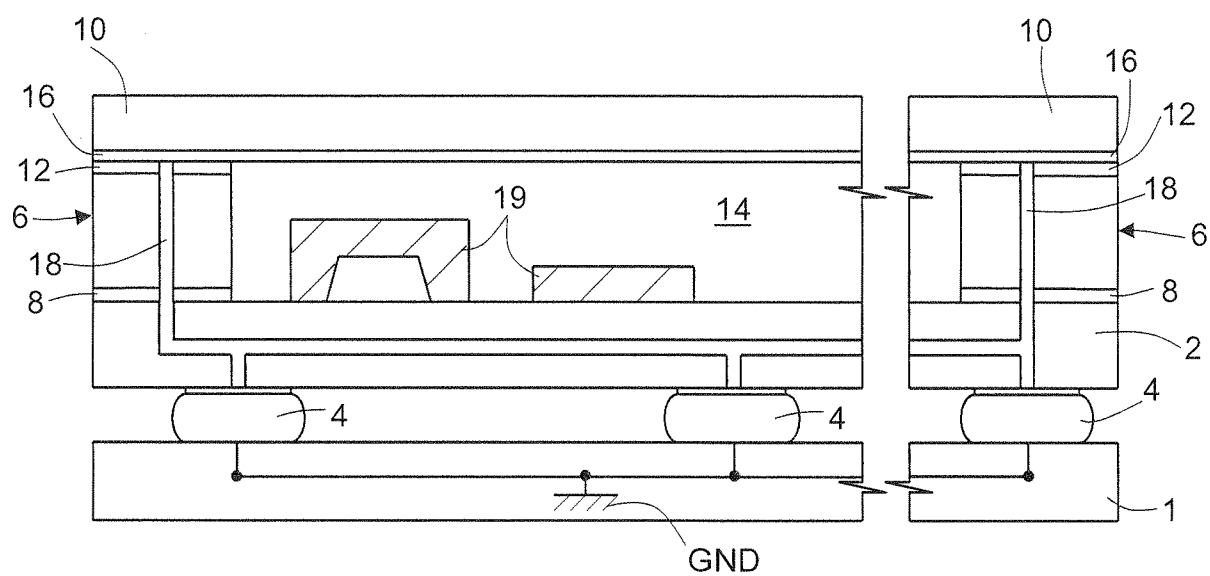


Fig. 1

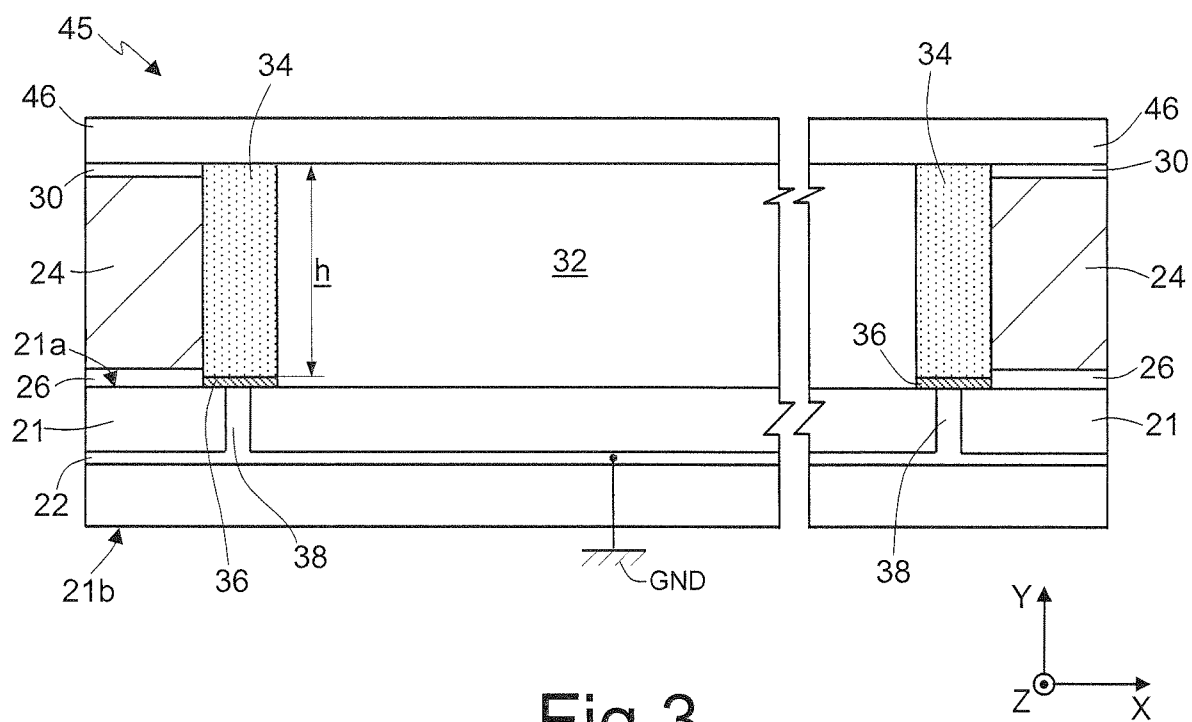


Fig.3

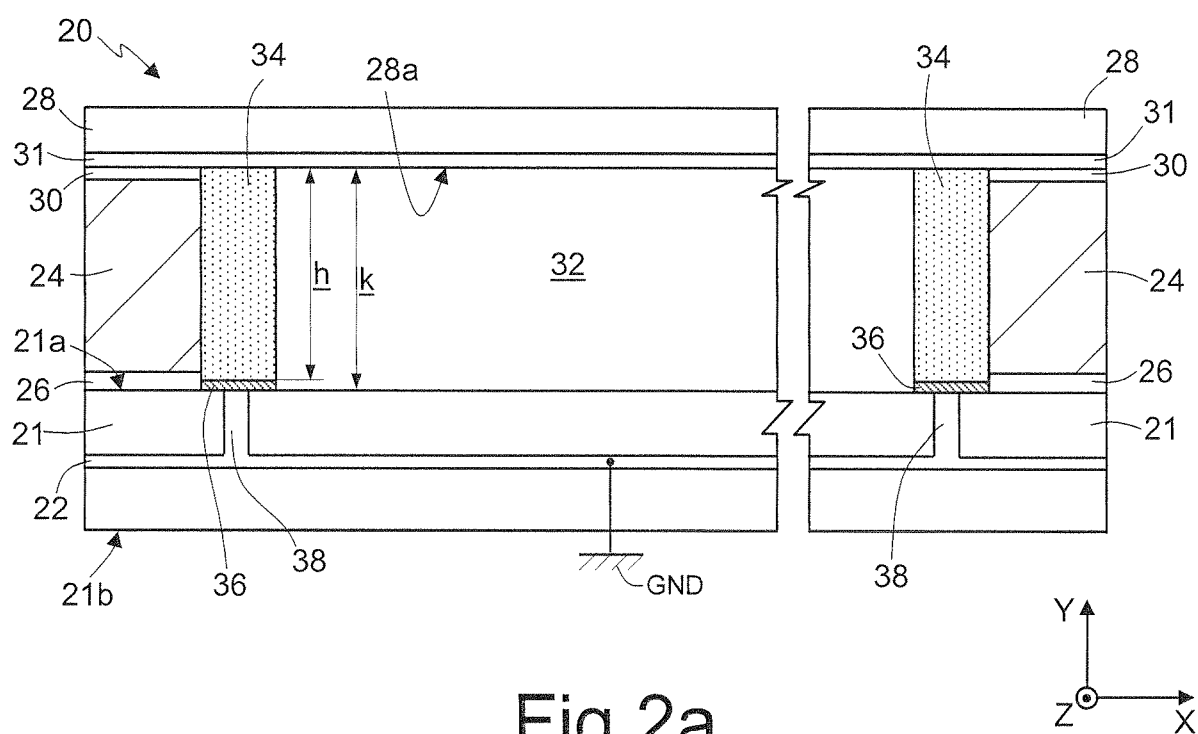


Fig.2a

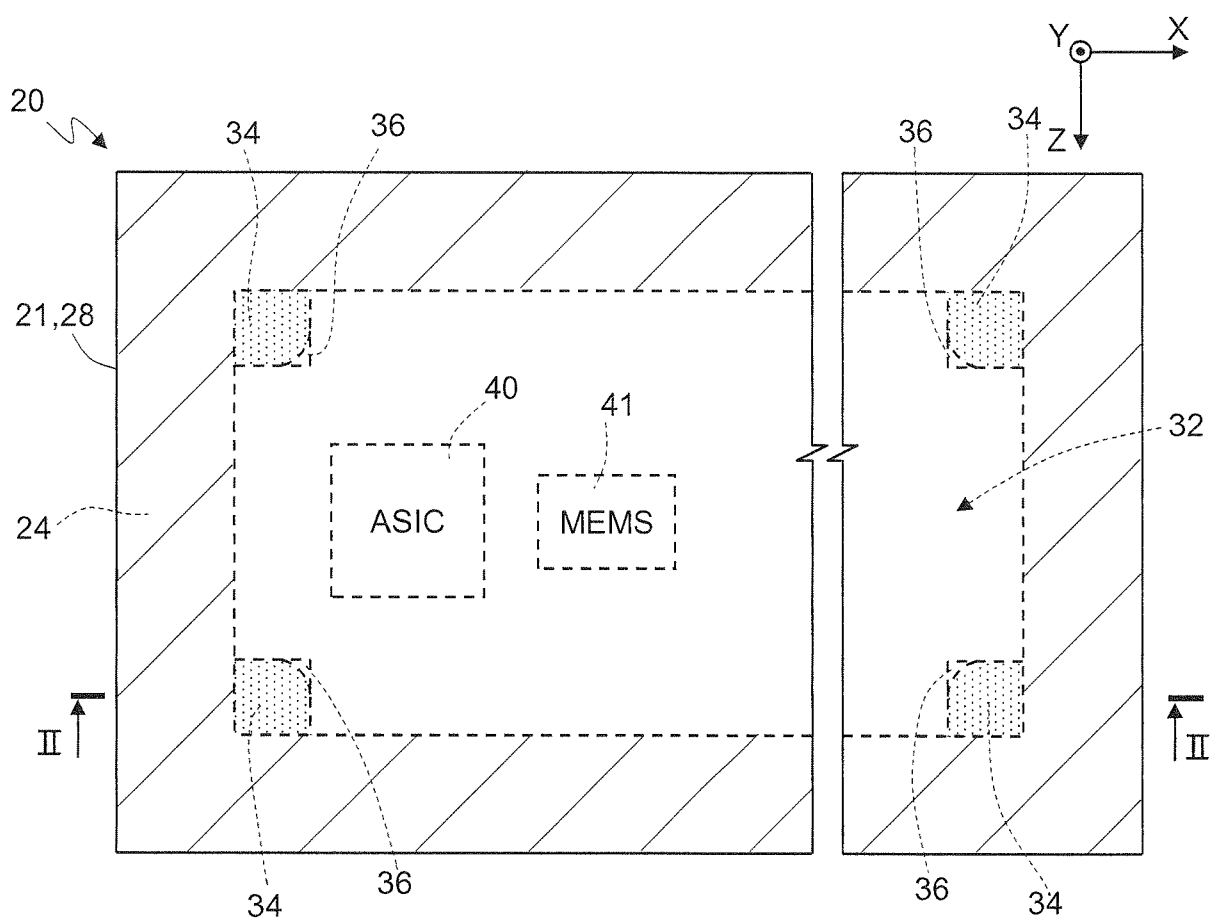
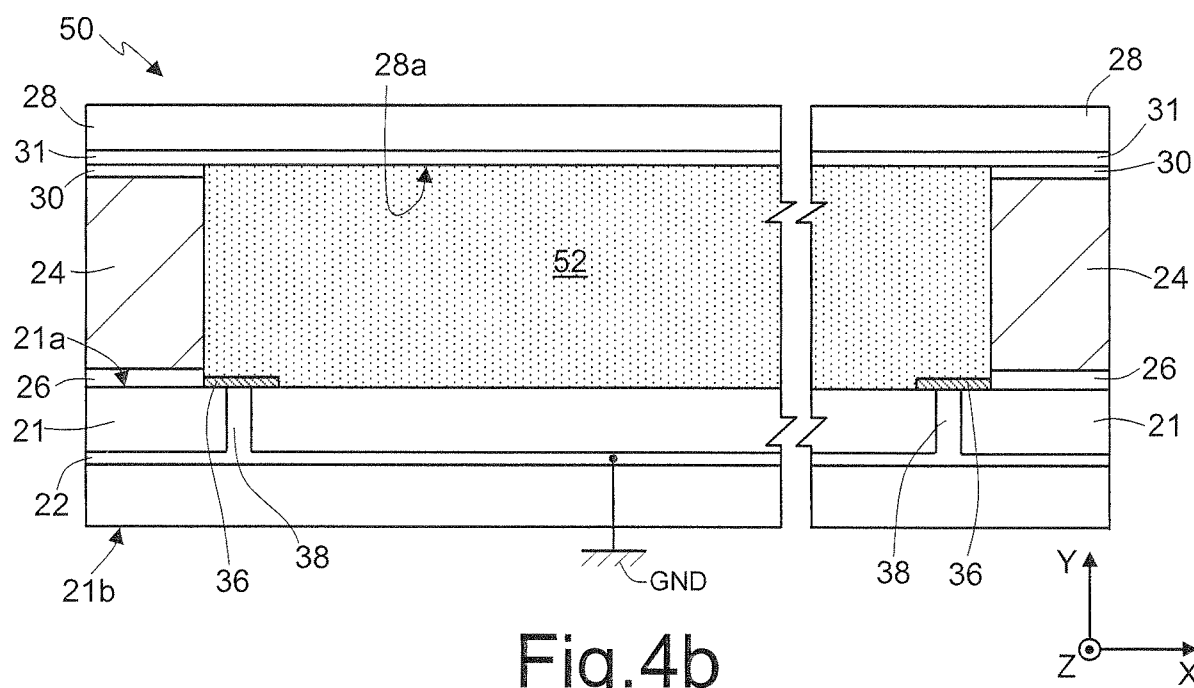
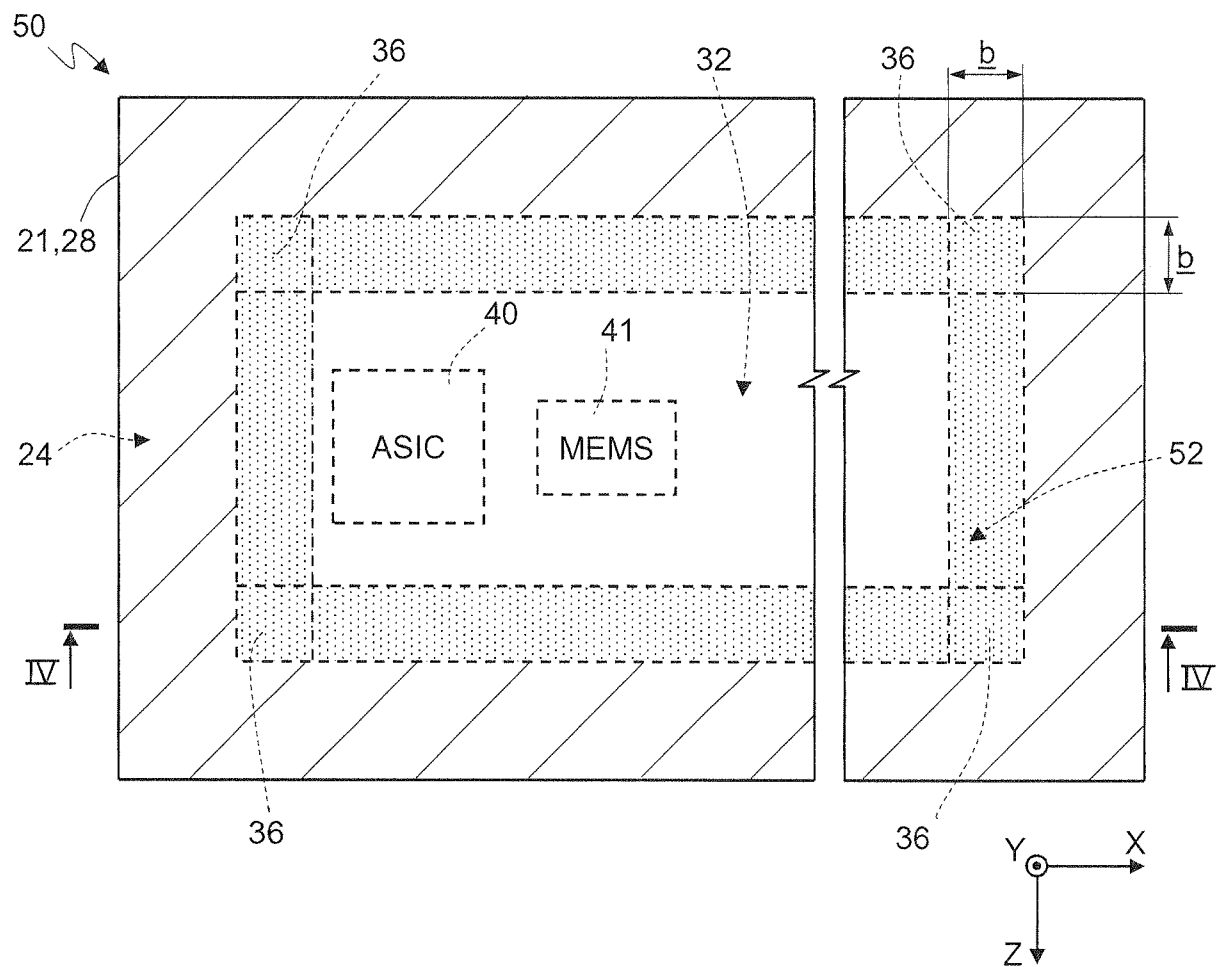


Fig.2b

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Elena CERBARO  
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)



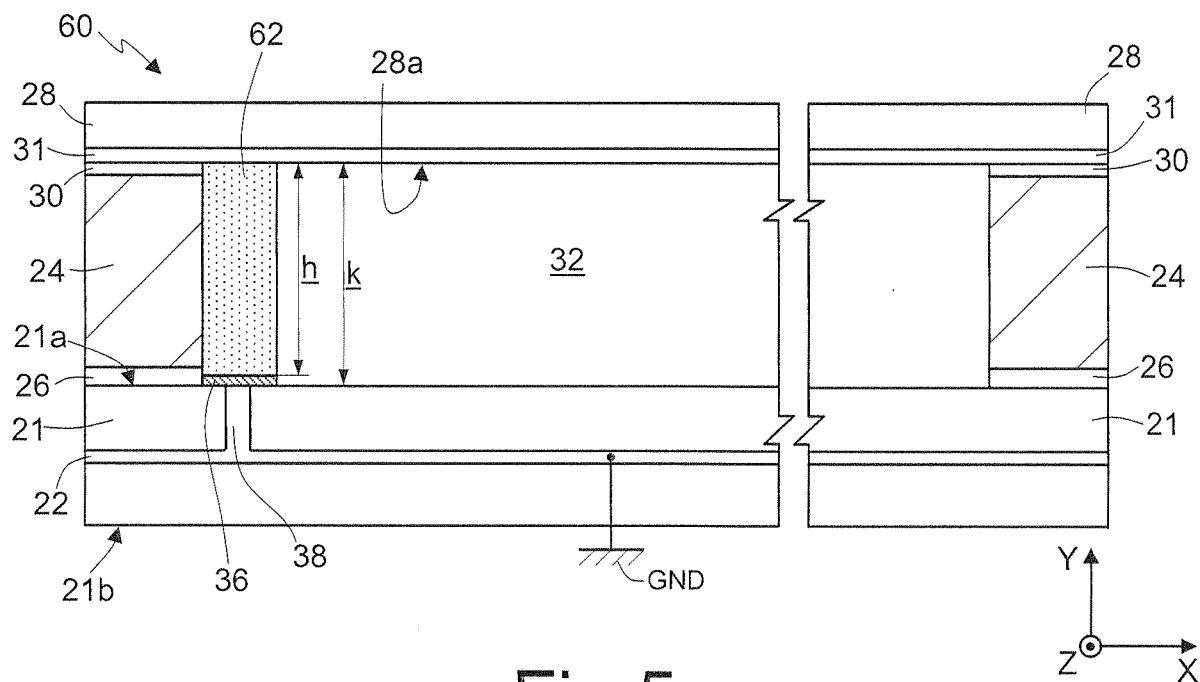


Fig.5a

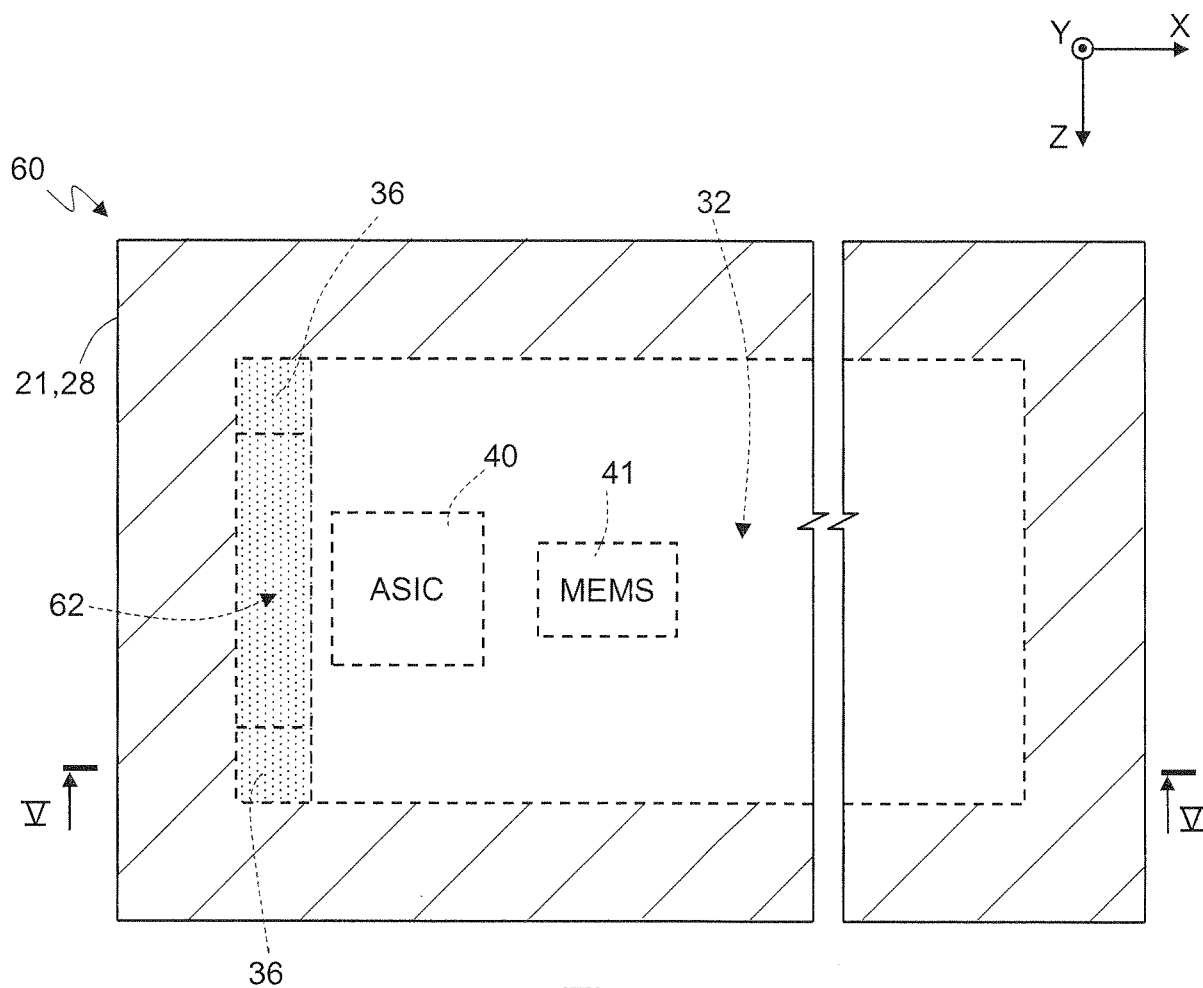


Fig.5b

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Elena CERBARO  
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)

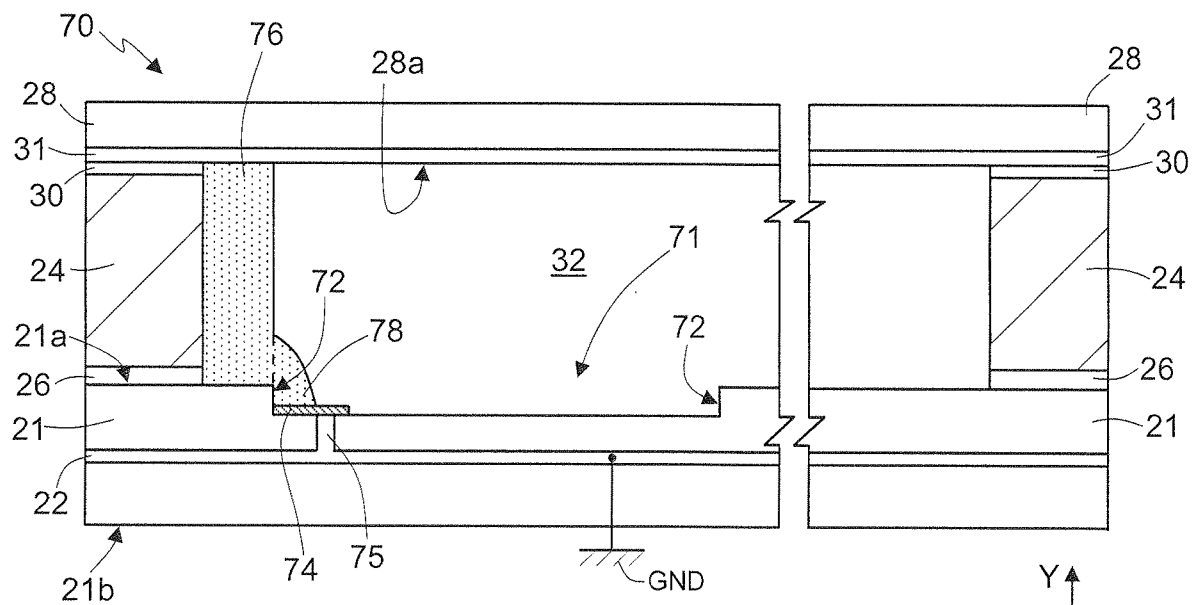


Fig.6a

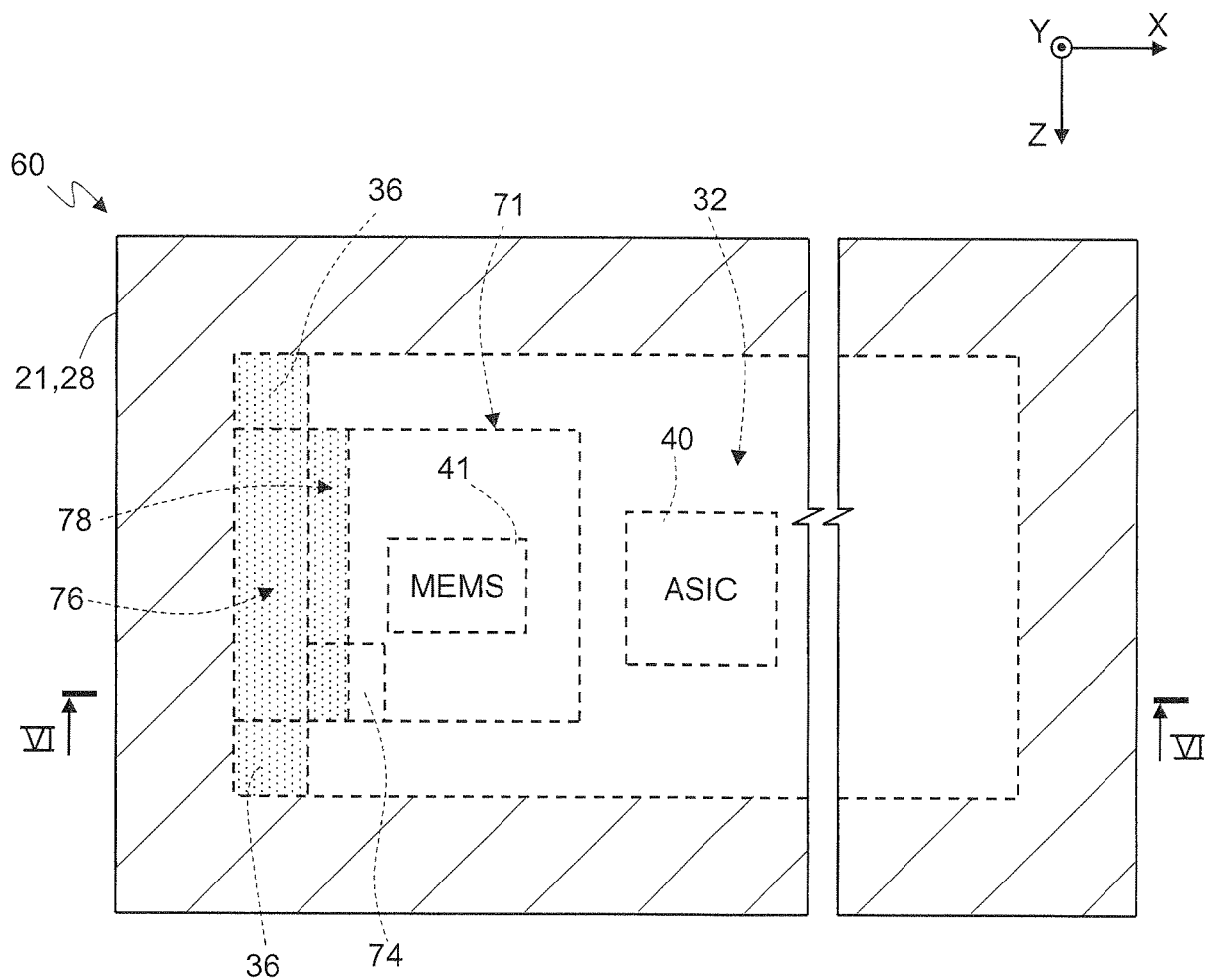


Fig.6b

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Elena CERBARO  
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)

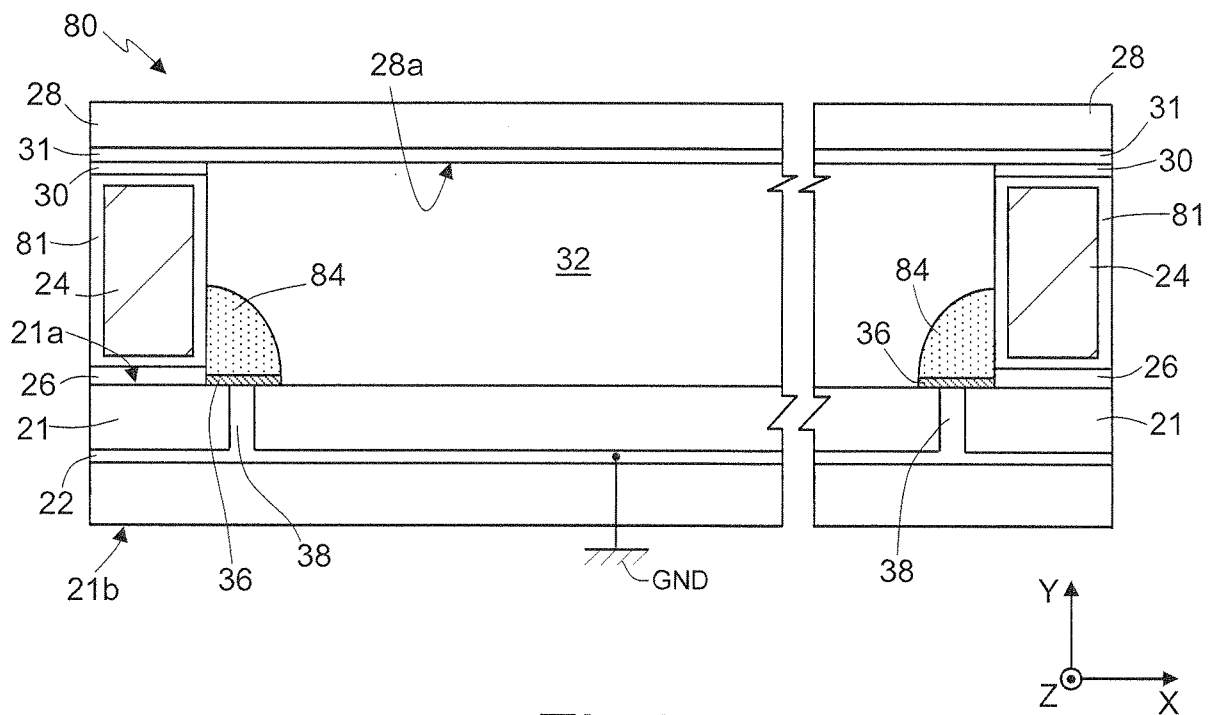


Fig.7

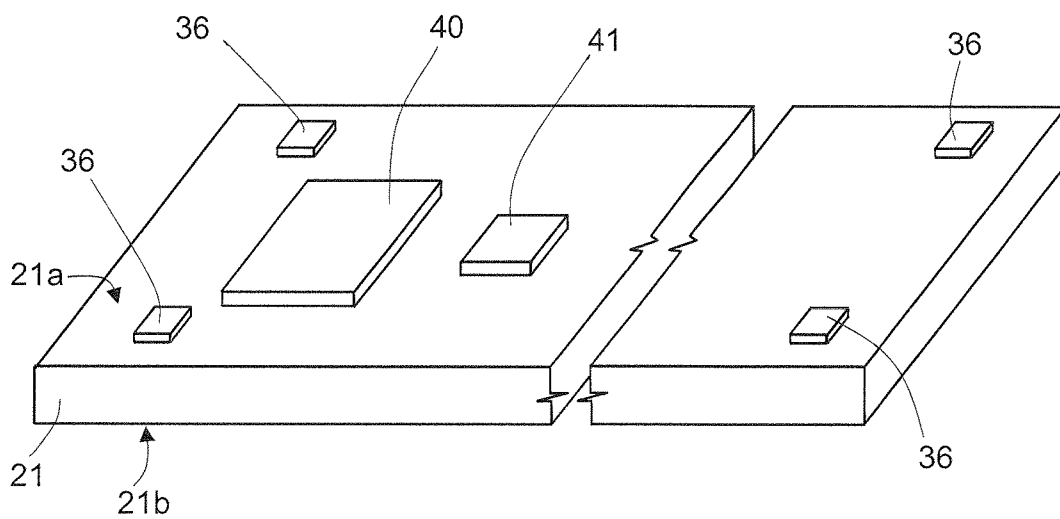


Fig.8

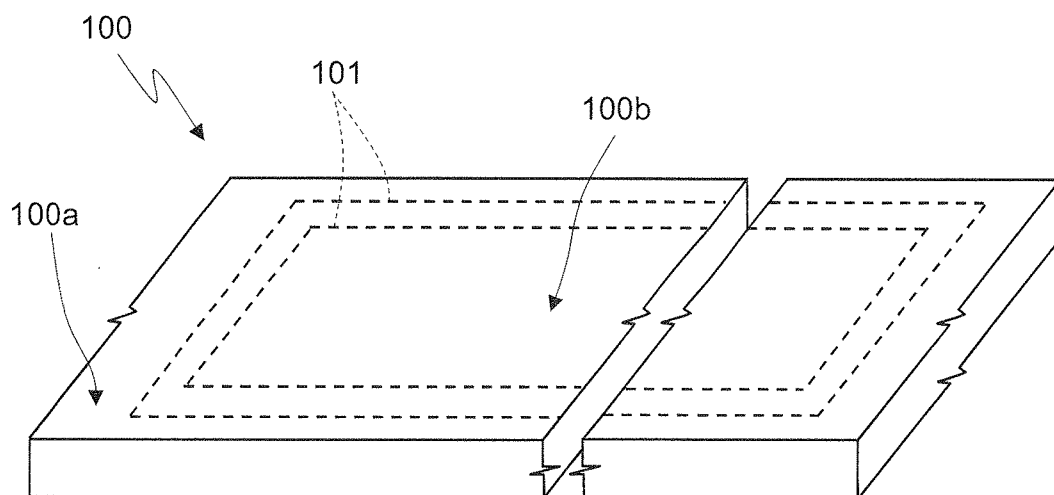


Fig. 9a

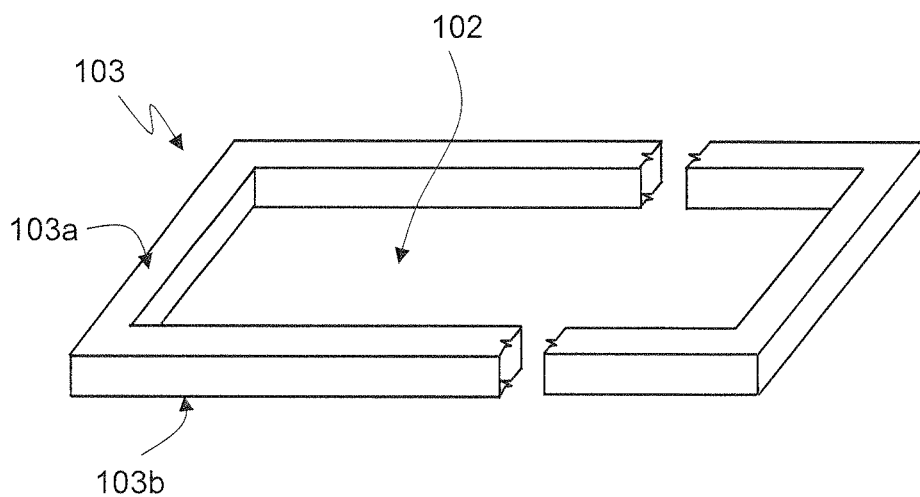


Fig. 9b

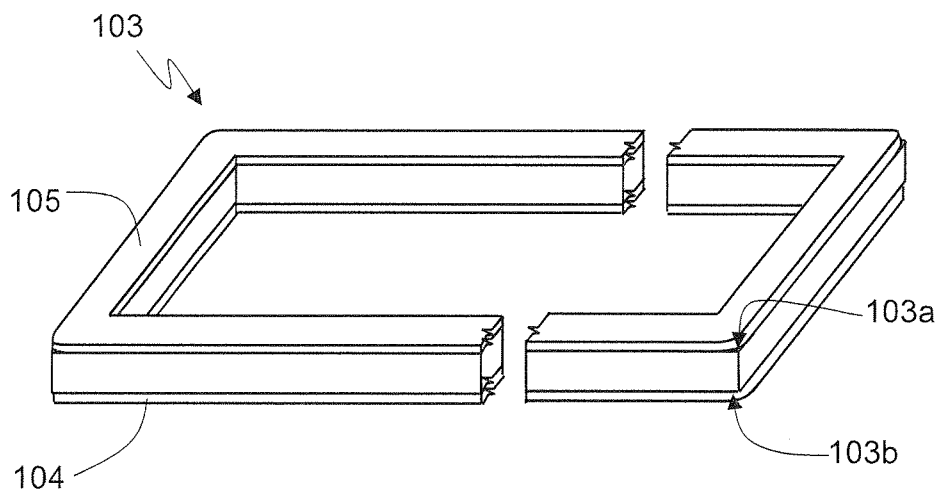


Fig. 10

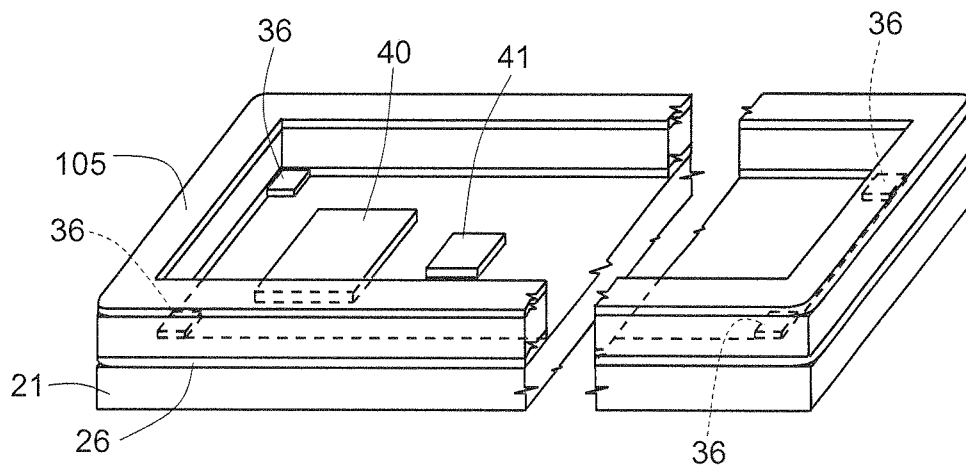


Fig.11

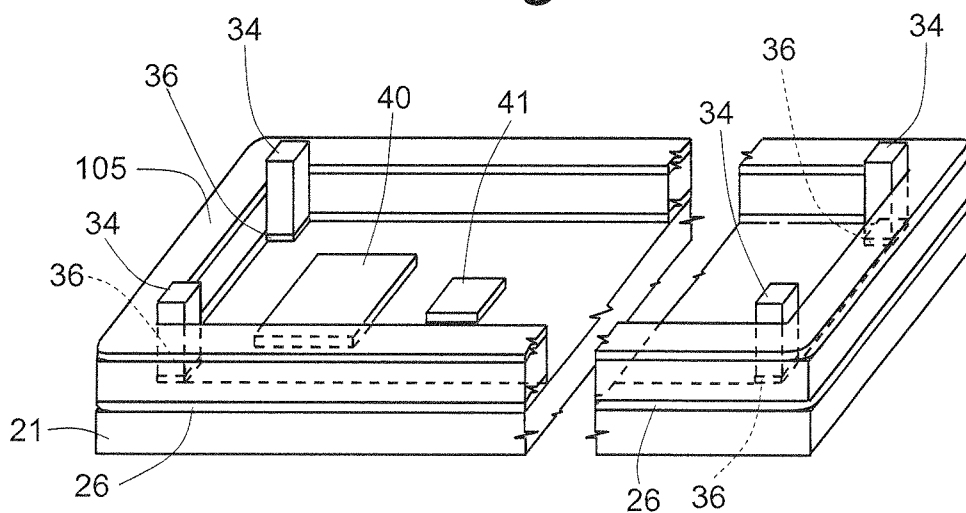


Fig.12

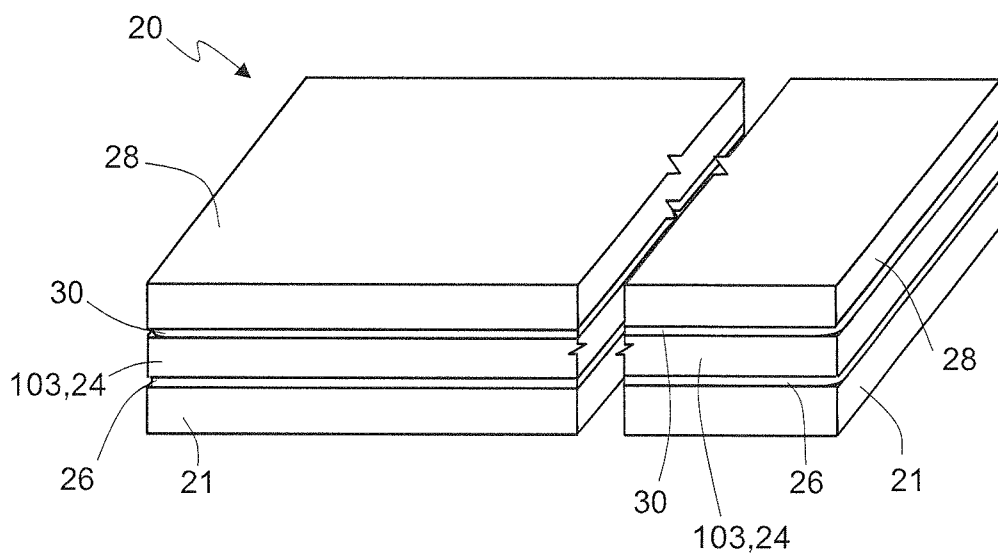


Fig.13

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Elena CERBARO  
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)



Elena CERBARO  
(Iscrizione Albo nr. 426/BM)