

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902088029A1

Publication Date

20140328

Applicant

STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD

Title

CONTENITORE A MONTAGGIO SUPERFICIALE PERFEZIONATO PER UN
DISPOSITIVO INTEGRATO A SEMICONDUTTORI, RELATIVO ASSEMBLAGGIO
E PROCEDIMENTO DI FABBRICAZIONE

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"CONTENITORE A MONTAGGIO SUPERFICIALE PERFEZIONATO PER UN
DISPOSITIVO INTEGRATO A SEMICONDUTTORI, RELATIVO
ASSEMBLAGGIO E PROCEDIMENTO DI FABBRICAZIONE"

di 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD

di nazionalità maltese

con sede: INDUSTRIAL CENTER INDUSTRIES ROAD

KIRKOP ZRQ 10 (MALTA)

di 2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

di nazionalità singaporesse

con sede: 28 ANG MO KIO INDUSTRIAL PARK 2

569508 SINGAPORE (SINGAPORE)

Inventori: DUCA Roseanne, GOH Kim-Yong, ZHANG Xueren,
FORMOSA Kevin

*** **

La presente invenzione è relativa a un contenitore (package) a montaggio superficiale per un dispositivo integrato a semiconduttori, ad un relativo assemblaggio e procedimento di fabbricazione; in particolare, la seguente discussione farà riferimento, senza implicare alcuna perdita di generalità, a un contenitore per un sensore accelerometrico, per esempio per applicazioni su autoveicoli.

Come è noto, i dispositivi a semiconduttori comprendono

solitamente un contenitore, per esempio in materiale plastico o ceramico, progettato per incapsulare una o più piastrine (die) di materiale semiconduttore che integrano corrispondenti strutture micromeccaniche (per esempio strutture di rilevamento) e/o circuiti integrati (per esempio circuiti ASIC accoppiati alle strutture di rilevamento); il contenitore è comunemente fabbricato per mezzo di tecniche di stampaggio.

Per esempio, la figura 1 mostra un dispositivo a semiconduttori, indicato con 1, che include un contenitore a montaggio superficiale 2, di un tipo comunemente noto come contenitore con elementi conduttori ad ala di gabbiano ("gull-wing leaded package").

Il contenitore 2 include un incapsulamento 3, realizzato con un composto di stampaggio, ad esempio con un materiale in resina epossidica, che incapsula in uno spazio di alloggiamento contenuto al suo interno una o più piastrine del dispositivo a semiconduttori 1 (qui non illustrato). Un certo numero di elementi conduttori (lead) 4 (nella figura 1 sono mostrati come esempio quattro elementi conduttori per lato), in materiale metallico, sono collegati elettricamente alla piastrina (o piastrine) all'interno dell'incapsulamento 3 e sporgono da questo, in modo da permettere un collegamento elettrico con l'ambiente esterno, solitamente mediante saldatura su una piastra a circuito

stampato (PCB) di un apparecchio elettronico esterno.

Gli elementi conduttori 4 sono conformati ad ala di gabbiano (da qui il nome comune per il tipo di contenitore), e hanno, fuori dall'incapsulamento 3, una prima porzione 4a sostanzialmente piatta, unita all'incapsulamento 3, una seconda porzione 4b sostanzialmente piatta che deve essere saldata ad una piazzola di contatto sulla piastra a circuito stampato esterna, e una porzione 4c inclinata, che collega e unisce la prima e la seconda porzione 4a, 4b sostanzialmente piatte.

In particolare sono noti sensori integrati accelerometrici, che includono un contenitore (per esempio del tipo con elementi conduttori ad ala di gabbiano), che incapsula una relativa struttura di rilevamento micromeccanica e un circuito elettronico.

Il contenitore è progettato per essere accoppiato, per esempio mediante saldatura, su una piastra a circuito stampato di un apparecchio elettronico, per esempio un apparecchio portatile (come uno smartphone, un tablet, un palmare, un pc portatile, una macchina fotografica), o un modulo di controllo di un airbag di un autoveicolo.

In numerose applicazioni, la frequenza di risonanza meccanica del dispositivo a semiconduttori incapsulato nel contenitore, quando montato sulla piastra a circuito stampato esterna, è un importante requisito di

progettazione, che influenza il rendimento di tutto il sistema.

Per esempio, nel campo degli autoveicoli, i sensori accelerometrici utilizzati per le applicazioni airbag devono avere una frequenza di risonanza naturale minima di almeno 45 kHz, quando montati sulla piastra a circuito esterna, per poter assicurare un funzionamento affidabile.

Tuttavia, la richiedente ha compreso che tecniche note di assemblaggio e di incapsulamento possono non garantire i valori desiderati per quanto riguarda la frequenza di risonanza minima.

In particolare, nel caso del contenitore a montaggio superficiale discusso in precedenza, la richiedente ha compreso che movimenti indesiderati degli elementi conduttori a forma di ala di gabbiano, per esempio una loro "oscillazione", possono costituire un fattore che limita il valore della frequenza di risonanza naturale dell'assemblaggio incapsulato.

Lo scopo della presente invenzione è di conseguenza quello di fornire una soluzione perfezionata di montaggio e incapsulamento per un dispositivo integrato a semiconduttori, che renda possibile un incremento delle prestazioni relativamente alla frequenza di risonanza meccanica.

Secondo la presente invenzione, sono di conseguenza

forniti un contenitore di un dispositivo integrato a semiconduttori, un relativo assemblaggio e procedimento di fabbricazione, come definiti nelle rivendicazioni allegate.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, ne sono ora descritte forme di realizzazione preferite, solamente come esempio non restrittivo e con riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la figura 1 è una vista in prospettiva schematica di un dispositivo a semiconduttori incapsulato in contenitore di tipo noto;

- la figura 2 è una vista in sezione trasversale di un dispositivo a semiconduttori incapsulato in contenitore, secondo una forma di realizzazione della presente invenzione, montato su un circuito stampato;

- le figure 3a-3c sono viste in sezione trasversale relative all'assemblaggio del dispositivo a semiconduttori incapsulato al circuito stampato;

- le figure 4a-4d sono viste in sezione trasversale del dispositivo a semiconduttori incapsulato in successive fasi di un corrispondente procedimento di stampaggio;

- le figure 5a e 5b sono viste dal basso di varianti del dispositivo a semiconduttori incapsulato secondo forme di realizzazione della presente invenzione; e

- la figura 6 è un diagramma a blocchi semplificato di un sistema elettronico che include il dispositivo a

semiconduttori incapsulato in contenitore della figura 2.

Un aspetto della presente invenzione prevede il miglioramento delle prestazioni relative alla frequenza di risonanza meccanica di un dispositivo a semiconduttori incapsulato in contenitore montato su un circuito stampato esterno, mediante l'impiego di elementi di accoppiamento aggiuntivi tra il contenitore del dispositivo integrato a semiconduttori ed il circuito stampato esterno, progettati in modo da limitare movimenti indesiderati, per esempio in tutte e tre le direzioni, x , y e z dello spazio tridimensionale, aumentando così la frequenza di risonanza naturale dell'insieme risultante.

La figura 2 mostra schematicamente un dispositivo integrato a semiconduttori, indicato nuovamente con 1 (in generale, sono utilizzati gli stessi riferimenti numerici per indicare elementi simili a quelli mostrati in figura 1), che include un contenitore 2 a montaggio superficiale, per esempio del tipo con elementi conduttori ad ala di gabbiano.

Il contenitore 2 è saldato a una circuito elettrico o elettronico stampato esterno 10 (in particolare un PCB - piastra a circuito stampato, dove piazzole e tracce conduttive sono state precedentemente definite, in qualsiasi maniera nota, per esempio mediante la tecnica di stampa serigrafica).

Gli elementi conduttori 4 sono accoppiati

elettricamente e meccanicamente a rispettive piazzole di contatto 12, disposte su una superficie frontale 10a del circuito stampato 10, affacciata al contenitore 2, mediante saldatura.

L'incapsulamento 3 del contenitore 2 ha una superficie di fondo 3a, affacciata alla superficie frontale 10a del circuito stampato 10, e una superficie superiore 3b, opposta alla superficie di fondo 3a lungo una direzione verticale z , ortogonale ad un piano orizzontale xy di estensione principale del contenitore 2.

La superficie di fondo 3a dell'incapsulamento 3 è dotata di elementi caratteristici di accoppiamento, progettati per un ulteriore accoppiamento meccanico con il circuito stampato 10.

In particolare, almeno un recesso 14 (o foro) di accoppiamento è definito nell'incapsulamento 3, a partire dalla superficie di fondo 3a; il recesso di accoppiamento 14 ha una profondità nella direzione verticale z compresa per esempio tra 50 μm e 150 μm , e una larghezza (o diametro, nel caso di una sezione circolare) nel piano orizzontale xy compresa tra 50 μm e 500 μm .

Il recesso di accoppiamento 14 è progettato per essere impegnato da un rispettivo elemento di accoppiamento 16, accoppiato e fissato sul circuito stampato 10, quando il contenitore 2 è montato sullo stesso circuito stampato 10.

In particolare, l'elemento di accoppiamento 16 è disposto sulla superficie frontale 10a del circuito stampato 10, ad una opportuna distanza dalle piazzole di contatto 12, in modo da inserirsi nel recesso di accoppiamento 14, aderendo alle sue pareti laterali e di fondo (in altre parole, l'elemento di accoppiamento 16 assume una forma che corrisponde a quella del recesso di accoppiamento 14, quando il contenitore 2 è saldato al circuito stampato 10).

L'impegno tra l'elemento di accoppiamento 16 e il recesso di accoppiamento 14 impedisce movimenti indesiderati del dispositivo a semiconduttori 1 incapsulato nel contenitore lungo la direzione verticale z e anche lungo una prima e una seconda direzione orizzontale x , y del piano orizzontale xy (che formano un insieme di tre assi cartesiani con la direzione verticale z).

In una possibile forma di realizzazione, l'elemento di accoppiamento 16 è formato da un argine di saldatura (cosiddetto "solder dam") disposto sulla superficie superiore 10a del circuito stampato 10, su una rispettiva piazzola di accoppiamento 18, per esempio in rame.

Come è noto, un argine di saldatura è una regione di un materiale adatto (per esempio poliimide o pasta di saldatura), che è collocata tra piazzole (o tracce) di contatto 12 adiacenti in corrispondenza della superficie frontale 10a del circuito stampato 10, al fine di impedire

che il materiale di saldatura ("solder") scorra da una piazzola (o traccia) ad un'altra, durante le operazioni di saldatura e riflusso ("reflow").

Come mostrato in figura 3a (la quale non è disegnata in scala), una regione di argine di saldatura 19 è dapprima formata sulla superficie frontale 10a del circuito stampato 10, per esempio mediante stampa serigrafica nel caso in cui includa un materiale di pasta di saldatura, con un'appropriata quantità collocata in corrispondenza delle zone progettate per trovarsi al di sotto di ognuno dei recessi di accoppiamento 14. Durante questa fase, vengono formate anche regioni di contatto di saldatura 19', in corrispondenza di ogni piazzola di contatto 12 disposta in corrispondenza della superficie frontale 10a del circuito stampato 10.

Il contenitore 2 è quindi montato sul circuito stampato 10, per esempio mediante la tecnica "pick-and-place", come mostrato schematicamente in figura 3b.

La regione di argine di saldatura 19 riempie pertanto il recesso di accoppiamento 14, e le regioni di contatto di saldatura 19' entrano in contatto con i rispettivi elementi conduttori 4 del contenitore 2, come illustrato in figura 3c. Dopo le usuali operazioni di riflusso di saldatura, il materiale di argine di saldatura aderisce alle pareti di fondo e laterali del recesso di accoppiamento 14, e

definisce l'elemento di accoppiamento 16, che impegna perfettamente lo stesso recesso di accoppiamento 14.

Viene ora discussa una possibile soluzione per la formazione di ciascun recesso di accoppiamento 14, con riferimento alle figure 4a-4d; questa soluzione prevede lo sfruttamento degli espulsori comunemente presenti nella parte di fondo dello stampo (eventualmente, con opportune modifiche per quanto riguarda la loro forma), per la formazione del recesso di accoppiamento 14 durante lo stampaggio dell'incapsulamento 3.

In dettaglio, la figura 4a mostra una fase iniziale del procedimento di stampaggio del dispositivo a semiconduttori 1, che è illustrato, per motivi di semplicità, come comprendente una singola piastrina 20, per esempio integrante una struttura micromeccanica di rilevamento.

In particolare, un leadframe 21 del dispositivo a semiconduttori 1 è posizionato all'interno di una cavità di stampaggio 22 di uno stampo 23 di un apparato di stampaggio (di un tipo noto che non è qui descritto in dettaglio). Il leadframe 21 comprende un supporto per piastrina ("die pad") 24, che supporta la piastrina 20 ed è disposto totalmente all'interno della cavità di stampaggio 22, ed è accoppiato agli elementi conduttori 4 (di cui solo due sono illustrati in figura 4a), che fuoriescono dalla cavità di stampaggio 22. Convenientemente, il supporto per piastrina 24 e gli

elementi conduttori 4 hanno il medesimo spessore, per esempio di pochi millimetri, e possono essere ottenuti sagomando e lavorando il medesimo nastro di materiale metallico, per esempio di rame. Fili 25 collegano elettricamente gli elementi conduttori 4 a contatti elettrici 26 portati da una superficie superiore 20a della piastrina 20 (opposta alla superficie di fondo 20b che entra in contatto con il leadframe 21).

Lo stampo 23 comprende una metà superiore 23a, e una metà inferiore 23b, modellate in modo adatto secondo la forma desiderata che si vuole conferire all'incapsulamento 3, e insieme definiscono la cavità di stampaggio 22 (in particolare, le sue pareti superiori, laterali e inferiori).

In particolare, la metà inferiore 23b dello stampo 23 è dotata di almeno un "espulsore" 27, che sporge da una sua base affacciata alla cavità di stampaggio 22 verso l'interno della stessa cavità di stampaggio 22.

In una fase successiva del procedimento di stampaggio (figura 4b), un materiale di incapsulamento 28, in questo caso una resina epossidica (o altro materiale plastico termoindurente elettricamente non conduttivo), è iniettato sotto pressione all'interno della cavità di stampaggio 22, attraverso un canale di entrata 29, collocato per esempio in un punto in cui gli elementi conduttori 4 fuoriescono dalla cavità di stampaggio 22. In questa fase, la cavità di

stampaggio 22 è progressivamente riempita con materiale di incapsulamento, che non ha, tuttavia, ancora raggiunto la compattezza desiderata (il procedimento di termoindurimento è ancora in corso). Chiaramente, il materiale di incapsulamento non può riempire lo spazio occupato dall'"espulsore" 27 all'interno della cavità di stampaggio 22.

In seguito (figura 4c), dopo il procedimento di termoindurimento, quando il materiale di incapsulamento si è solidificato, la metà superiore 23a dello stampo 23 viene allontanata dall'incapsulamento 3 formato.

Dopo di che, figura 4d, anche l'incapsulamento 3 viene staccato dalla metà inferiore 23b dello stampo 23, usando l'espulsore 27, che esercita un'azione di spinta lungo la direzione verticale z (in una modalità nota, quindi non discussa in dettaglio, per esempio scorrendo lungo una guida nella stessa direzione verticale z).

Dopo il distacco dallo stampo 23, il contenitore 2 risulta così formato, con elementi caratteristici di accoppiamento (ovvero, almeno un recesso di accoppiamento 14) definiti in corrispondenza della superficie di fondo 3a dell'incapsulamento 3.

La figura 5a mostra una possibile forma di realizzazione, che prevede la presenza di due recessi di accoppiamento (in questo caso aventi una forma generica

circolare nel piano orizzontale xy) in corrispondenza della superficie di fondo 3a dell'incapsulamento 3 del contenitore 2; qui, un primo recesso di accoppiamento è indicato con 14, mentre un secondo ed ulteriore recesso di accoppiamento è indicato con 14'.

L'incapsulamento 3 ha generalmente una forma rettangolare in una vista in pianta (nel piano orizzontale xy), e un primo ed un secondo lato 3a', 3b', dai quali non sporge alcun elemento conduttore 4 (per esempio questi lati sono paralleli al secondo asse orizzontale y); il primo e il secondo lato 3a', 3b' sono in questo caso i lati minori nel perimetro dell'incapsulamento 3 nel piano orizzontale xy.

Il primo e il secondo recesso di accoppiamento 14, 14' sono disposti lateralmente rispetto alla massa dell'incapsulamento 3, in corrispondenza di un rispettivo lato minore 3a', 3b', a circa metà della sua estensione lungo il secondo asse orizzontale y; il primo e il secondo recesso di accoppiamento 14, 14' sono allineati lungo il primo asse orizzontale x.

In una seconda forma di realizzazione, mostrata in figura 5b, il primo e il secondo recesso di accoppiamento 14, 14' sono disposti ad un terzo dell'estensione dei rispettivi primo o secondo lato 3a', 3b' lungo il secondo asse orizzontale y, e non sono allineati lungo il primo asse orizzontale x, ma sono invece simmetrici rispetto a un

centro della struttura.

La richiedente ha dimostrato un aumento sostanziale nella frequenza di risonanza naturale del dispositivo a semiconduttori 1 incapsulato nel contenitore, montato su un circuito stampato 10, quando uno o più recessi di accoppiamento 14, 14' sono presenti sul fondo dell'incapsulamento 3.

In particolare, la richiedente ha mostrato una frequenza di risonanza naturale (relativa al primo modo risonante) di circa 80 kHz nella forma di realizzazione esemplificativa di figura 5a, e una frequenza di risonanza naturale (relativa di nuovo al primo modo risonante) di circa 77 kHz nella forma di realizzazione esemplificativa di figura 5b, paragonata ad una frequenza di risonanza naturale di 34 kHz (pertanto minore rispetto al valore desiderato di 45 kHz per le applicazioni su autoveicoli) per i casi standard dove non sono presenti elementi caratteristici di accoppiamento.

In maggior dettaglio, la seguente tabella 1 riporta gli esatti valori delle frequenze modali per i dispositivi a semiconduttori 1 di figura 5a (caso A), di figura 5b (caso B), paragonati ad un dispositivo con un contenitore standard (caso C), vale a dire senza elementi caratteristici di accoppiamento.

Tabella 1

	CASO A	CASO B	CASO C
Modo 1	80269 Hz	76737 Hz	34388 Hz
Modo 2	81550 Hz	78697 Hz	38665 Hz
Modo 3	84265 Hz	84626 Hz	43877 Hz
Modo 4	102460 Hz	94967 Hz	46254 Hz

La soluzione descritta presenta numerosi vantaggi.

In particolare, essa consente di migliorare l'accoppiamento tra il contenitore 2 a montaggio superficiale ed il circuito stampato 10, limitando i movimenti indesiderati e pertanto aumentando la frequenza di risonanza meccanica, come chiaramente mostrato nella suddetta tabella 1.

Quest'effetto è maggiormente pronunciato, se l'adesione tra il materiale del composto di stampaggio dell'incapsulamento 3 del contenitore 2 e il materiale (per esempio dell'argine di saldatura) che riempie il recesso (o i recessi) di accoppiamento 14 è efficace; tuttavia, l'impegno tra l'elemento/gli elementi di accoppiamento 16 e il corrispondente recesso/recessi di accoppiamento 14 permette in ogni caso di aumentare le frequenze modali dell'intero insieme.

Le caratteristiche summenzionate rendono l'utilizzo della soluzione di incapsulamento discussa particolarmente adatto per applicazioni su autoveicoli.

A questo proposito, la figura 6 mostra schematicamente un modulo di controllo 30 di un airbag di un autoveicolo (qui non mostrato), che include: un dispositivo a semiconduttori 1, in questo caso definente un sensore accelerometrico (includendo pertanto, in maniera nota, qui non mostrata in dettaglio, una prima piastrina che integra una struttura di rilevamento di accelerazione e una seconda piastrina che integra un relativo ASIC); un'unità di controllo 31, accoppiata al dispositivo a semiconduttori 1 e che riceve i segnali/valori di accelerazione rilevati; e un attuatore 32, controllato dall'unità di controllo 31 e configurato in modo da attivare il meccanismo di airbag in presenza di determinate condizioni di accelerazione.

Il dispositivo a semiconduttori 1 e l'unità di controllo 31 sono accoppiati elettricamente a una stessa piastra a circuito stampato, che corrisponde al circuito stampato 10 discusso in precedenza.

Infine, è chiaro che modifiche e varianti possono essere applicate a quanto qui descritto e illustrato, senza allontanarsi in ogni caso dall'ambito di tutela della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

In particolare, il numero di recessi di accoppiamento 14 (ognuno progettato per definire un rispettivo elemento caratteristico di accoppiamento durante l'assemblaggio,

limitando movimenti indesiderati), e la loro disposizione, possono essere scelti in maniera opportuna, secondo le specifiche applicazioni, in modo da assicurare le frequenze modali richieste; il criterio generale in ogni caso sarà quello di ridurre al minimo il numero di recessi di accoppiamento, soddisfacendo comunque i requisiti di frequenza desiderati.

Possono essere differenti anche la forma e la profondità di ciascun recesso di accoppiamento 14; per esempio, le pareti laterali del recesso di accoppiamento 14 possono essere leggermente rastremate, in modo da facilitare l'estrazione del contenitore 2 dallo stampo 23.

Inoltre, può essere prevista una diversa soluzione per ancorare il contenitore 2 al circuito stampato 10, per definire le limitazioni per il suo movimento di risonanza quando assemblato allo stesso circuito stampato 10.

Per esempio, gocce (o piccole regioni) di colla o altro materiale adesivo adatto, possono essere collocate sulla superficie frontale 10a del circuito stampato 10, in modo da fornire l'ulteriore accoppiamento meccanico desiderato con il contenitore 2, avente i discussi elementi caratteristici di accoppiamento.

L'uso di colla o altro materiale di tipo adesivo può permettere di evitare la riprogettazione della conformazione del circuito stampato 10, poiché non richiede una

definizione sullo stesso di ulteriori piazzole di accoppiamento 18; in ogni caso, è richiesto l'uso di una colla o materiale adesivo adatto, avente proprietà di viscosità e adesione desiderate.

Inoltre, è chiaro che forme differenti possono essere previste per il contenitore 2, come anche può essere previsto un diverso numero di elementi conduttori 4, sporgenti dell'incapsulamento 3 per la saldatura elettrica al circuito stampato 10.

RIVENDICAZIONI

1. Contenitore (2) a montaggio superficiale di un dispositivo a semiconduttori (1), comprendente:

un incapsulamento (3), alloggiante almeno una piastrina (20) includente materiale semiconduttore; e

elementi conduttori di contatto elettrico (4), fuoriuscenti dall'incapsulamento (3) e atti ad essere accoppiati a piazzole di contatto (12) portate da una superficie superiore (10a) di un circuito stampato (10),

caratterizzato dal fatto che l'incapsulamento (3) ha una faccia principale (3a) atta ad essere affacciata alla superficie superiore (10a) del circuito stampato (10), e dotata di elementi caratteristici di accoppiamento (14, 14') configurati per fornire un accoppiamento meccanico al circuito stampato (10), aumentando così una frequenza di risonanza del contenitore (2) montato.

2. Contenitore secondo la rivendicazione 1, in cui gli elementi caratteristici di accoppiamento includono almeno un primo recesso di accoppiamento (14) definito all'interno dell'incapsulamento (3) a partire dalla faccia principale (3a), atto ad essere impegnato da un corrispondente elemento di accoppiamento (16) fissato al circuito stampato (10), limitando in tal modo movimenti dell'incapsulamento (3) quando il contenitore (1) è montato sul circuito stampato (10).

3. Contenitore secondo la rivendicazione 2, in cui il primo recesso di accoppiamento (14) ha una profondità lungo una direzione verticale (z) trasversale alla faccia principale (3a) compresa tra 50 μm e 150 μm .

4. Contenitore secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui le parti caratteristiche di accoppiamento includono almeno un secondo recesso di accoppiamento (14') definito all'interno dell'incapsulamento (3) a partire dalla faccia principale (3a), atto ad essere impegnato da un rispettivo elemento di accoppiamento (16) fissato al circuito stampato (10).

5. Contenitore secondo la rivendicazione 4, in cui l'incapsulamento (3) ha una forma generalmente rettangolare in una vista in pianta, con lati maggiori dai quali sporgono gli elementi conduttori di contatto elettrico (4) e lati minori (3a', 3b'); in cui il primo (14) e il secondo (14') recesso di accoppiamento sono disposti in corrispondenza di un rispettivo lato di detti lati minori (3a', 3b').

6. Contenitore secondo la rivendicazione 5, in cui il primo (14) e il secondo (14') recesso di accoppiamento sono disposti a metà dell'estensione del rispettivo lato di detti lati minori (3a', 3b'); o ad un terzo lungo l'estensione del rispettivo lato di detti lati minori (3a', 3b').

7. Contenitore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre un leadframe (21)

alloggiato all'interno di detto incapsulamento (3), accoppiato a detti elementi conduttori di contatto elettrico (4) e portante la almeno una piastrina (20); in cui detto incapsulamento (3) è realizzato in un composto di stampaggio.

8. Contenitore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui detto dispositivo a semiconduttori (1) è un accelerometro per applicazioni su autoveicoli.

9. Contenitore secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, del tipo con elementi conduttori ad ala di gabbiano.

10. Assemblaggio del contenitore a montaggio superficiale (2) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni e di un circuito stampato (10), in cui gli elementi caratteristici di accoppiamento includono almeno un primo recesso di accoppiamento (14) definito all'interno dell'incapsulamento (3) a partire dalla sua faccia principale (3a); comprendente inoltre almeno un elemento di accoppiamento (16) fissato al circuito stampato (10), che impegna il primo recesso di accoppiamento (14), limitando in tal modo i movimenti del contenitore (2) montato.

11. Assemblaggio secondo la rivendicazione 10, in cui l'elemento di accoppiamento (16) è definito da una regione di argine di saldatura (19), disposta sulla superficie superiore (10a) del circuito stampato (10) tra piazzole di

contatto (12) adiacenti, ed atta ad evitare scorrimento di materiale di saldatura tra le piazzole di contatto (12) adiacenti.

12. Assemblaggio secondo la rivendicazione 11, includente almeno una piazzola di accoppiamento (18), disposta sulla superficie superiore (10a) del circuito stampato (10), accoppiata alla regione di argine di saldatura (19).

13. Assemblaggio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 10-12, in cui l'elemento di accoppiamento (16) è configurato per aderire all'incapsulamento (3) all'interno del recesso di accoppiamento (14).

14. Procedimento di fabbricazione di un contenitore a montaggio superficiale (2) di un dispositivo a semiconduttori (1), comprendente le fasi di:

formare un incapsulamento (3), alloggiante almeno una piastrina (20) includente materiale semiconduttore; e

fornire elementi conduttori di contatto elettrico (4), fuoriuscenti dall'incapsulamento (3) ed atti ad essere elettricamente accoppiati a piazzole di contatto (12) di un circuito stampato (10),

caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di definire, in corrispondenza di una faccia principale (3a) di detto incapsulamento (3), atta ad essere affacciata ad una superficie superiore (10a) del circuito stampato (10),

elementi caratteristici di accoppiamento (14, 14') configurati per l'accoppiamento meccanico al circuito stampato (10), aumentando in tal modo la frequenza di risonanza del contenitore (2) montato.

15. Procedimento secondo la rivendicazione 14, in cui la fase di formare un incapsulamento (3) include l'iniezione di un composto per stampaggio all'interno di uno stampo (23), avente una prima metà (23a) e una seconda metà (23b) che definiscono al loro interno una cavità di stampaggio (22); in cui una tra la prima (23a) e la seconda (23b) metà ha almeno un perno sporgente (27) che sporge nella cavità di stampaggio (22), in corrispondenza della faccia principale (3a) dell'incapsulamento (3); e in cui, dopo la fase di iniezione, l'incapsulamento ha, come elemento caratteristico di accoppiamento, un recesso di accoppiamento (14) definito all'interno dell'incapsulamento (3) a partire dalla faccia principale (3a), nella posizione precedentemente occupata dal perno sporgente (27).

16. Procedimento secondo la rivendicazione 15, in cui il perno sporgente (27) è un espulsore mobile; in cui la fase di formare un incapsulamento (3) include, dopo la fase di iniezione, la fase di spingere l'incapsulamento (3) fuori dallo stampo (23) mediante un'azione di spinta esercitata da detto perno sporgente (27).

17. Metodo per l'assemblaggio del contenitore a

montaggio superficiale (2) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9 a un circuito stampato (10), in cui gli elementi caratteristici di accoppiamento (14, 14') includono almeno un primo recesso di accoppiamento (14), definito all'interno dell'incapsulamento (3) a partire dalla sua faccia principale (3a); comprendente le fasi di formare sulla superficie superiore (10a) del circuito stampato (10) almeno un elemento di accoppiamento (16, 19), configurato per impegnare detto primo recesso di accoppiamento (14) limitando in tal modo i movimenti del contenitore montato.

18. Metodo secondo la rivendicazione 17, in cui la fase di formare include le fasi di: depositare su detta superficie superiore (10a), in corrispondenza di una piazzola di accoppiamento (18), una regione di argine di saldatura (19); collocare detto contenitore (2) su detta superficie superiore (10a), in modo tale che detta regione di argine di saldatura (19) entri dentro detto recesso di accoppiamento (14); e eseguire un'operazione di riflusso di saldatura, in modo tale che detta regione (19) di argine di saldatura formi detto elemento di accoppiamento (16) aderente a detto recesso di accoppiamento (14).

p.i. 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD

2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

Lorenzo NANNUCCI

CLAIMS

1. A surface mount package (2) of a semiconductor device (1), comprising:

an encapsulation (3), housing at least one die (20) including semiconductor material; and

electrical contact leads (4), protruding from the encapsulation (3) and designed to be coupled to contact pads (12) carried by a top surface (10a) of a circuit board (10),

characterized in that the encapsulation (3) has a main face (3a) designed to face the top surface (10a) of the circuit board (10), and provided with coupling features (14, 14') designed to provide a mechanical coupling to the circuit board (10), thereby increasing a resonant frequency of the mounted package (2).

2. The package according to claim 1, wherein the coupling features include at least a first coupling recess (14) defined within the encapsulation (3) starting from the main face (3a), designed to be engaged by a corresponding coupling element (16) fixed to the circuit board (10), thereby restricting movements of the encapsulation (3) when the package (1) is mounted onto the circuit board (10).

3. The package according to claim 2, wherein the first coupling recess (14) has a depth along a vertical direction (z) transverse to the main face (3a) comprised between 50

µm and 150 µm.

4. The package according to claim 2 or 3, wherein the coupling features include at least a second coupling recess (14') defined within the encapsulation (3) starting from the main face (3a), designed to be engaged by a respective coupling element (16) fixed to the circuit board (10).

5. The package according to claim 4, wherein the encapsulation (3) has a generically rectangular shape in plan view, with major sides from which the electrical contact leads (4) protrude and minor sides (3a', 3b'); wherein the first (14) and second (14') coupling recesses are arranged at a respective one of said minor sides (3a', 3b').

6. The package according to claim 5, wherein the first (14) and second (14') coupling recesses are arranged at the middle of the extension of the respective one of said minor sides (3a', 3b'); or at one third along the extension of the respective one of said minor sides (3a', 3b').

7. The package according to any of the preceding claims, further comprising a leadframe (21) housed within said encapsulation (3), coupled to said electrical contact leads (4) and supporting the at least one die (20); wherein said encapsulation (3) is made of a mold compound.

8. The package according to any of the preceding claims, wherein said semiconductor device (1) is an

accelerometer for automotive applications.

9. The package according to any of the preceding claims, of the gull-wing leaded type.

10. An assembly of the surface mount package (2) according to any of the preceding claims and a circuit board (10), wherein the coupling features include at least a first coupling recess (14) defined within the encapsulation (3) starting from the main face (3a) thereof; further including at least one coupling element (16) fixed to the circuit board (10), engaging the first coupling recess (14), thereby restricting movements of the mounted package (2).

11. The assembly according to claim 10, wherein the coupling element (16) is defined by a solder dam region (19), arranged on the top surface (10a) of the circuit board (10) between adjacent contact pads (12), and designed to avoid flow of soldering material between the adjacent contact pads (12).

12. The assembly according to claim 11, including at least one coupling pad (18), arranged at the top surface (10a) of the circuit board (10), coupled to the solder dam region (19).

13. The assembly according to any of claims 10-12, wherein the coupling element (16) is configured to adhere to the encapsulation (3) within the coupling recess (14).

14. A process for manufacturing a surface mount package (2) of a semiconductor device (1), comprising:

forming an encapsulation (3), housing at least one die (20) including semiconductor material; and

providing electrical contact leads (4), protruding from the encapsulation (3) and designed to be electrically coupled to contact pads (12) of a circuit board (10),

characterized by comprising the step of defining, at a main face (3a) of said encapsulation (3), designed to face a top surface (10a) of the circuit board (10), coupling features (14, 14') designed for mechanical coupling to the circuit board (10), thereby increasing a resonant frequency of the mounted package (2).

15. The process according to claim 14, wherein the step of forming an encapsulation (3) includes injecting a mold compound within a mold (23), having a first half (23a) and a second half (23b) defining within them a molding cavity (22); wherein one of the first (23a) and second (23b) half has at least one protruding pin (27) protruding into the molding cavity (22), at the main face (3a) of the encapsulation (3); and wherein, after the step of injecting, the encapsulation has, as a coupling feature, a coupling recess (14) defined within the encapsulation (3) starting from the main face (3a), in the position previously occupied by the protruding pin (27).

16. The process according to claim 15, wherein the protruding pin (27) is a moving ejector pin; wherein the step of forming an encapsulation (3) includes, after the step of injecting, pushing the encapsulation (3) away from the mold (23) via a pushing action exerted by said protruding pin (27).

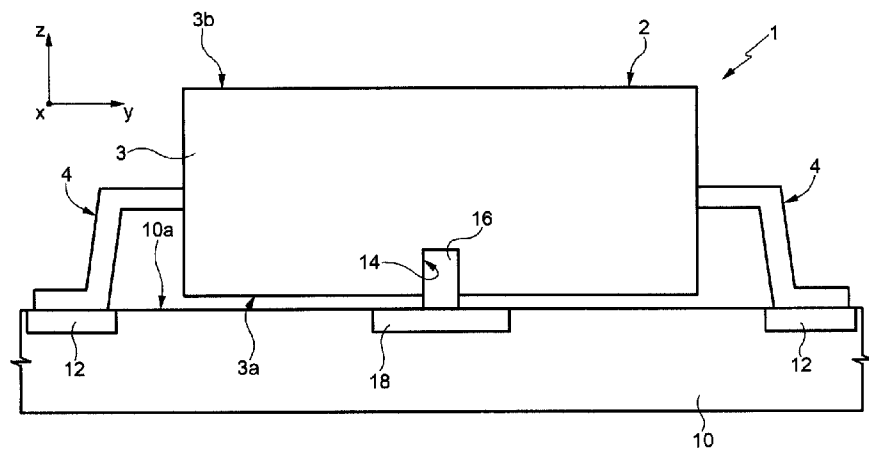
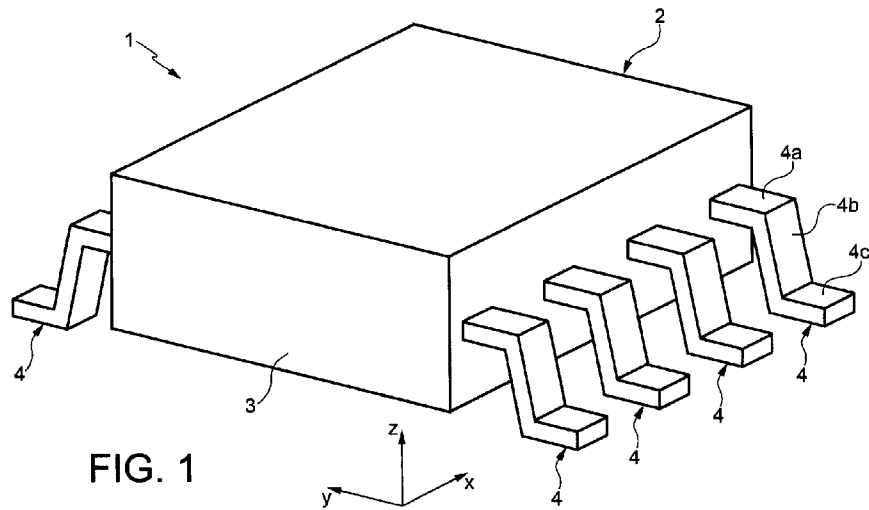
17. A method for assembling the surface mount package (2) according to any of claims 1-9 to a circuit board (10), wherein the coupling features (14, 14') include at least a first coupling recess (14), defined within the encapsulation (3) starting from the main face (3a) thereof; comprising the steps of forming on the top surface (10a) of the circuit board (10) at least one coupling element (16, 19), which is designed to engage said first coupling recess (14) thereby restricting movements of the mounted package.

18. The method according to claim 17, wherein the step of forming includes the steps of: depositing on said top surface (10a), at a coupling pad (18), a solder dam region (19); placing said package (2) on said top surface (10a), so that said solder dam region (19) enters into said coupling recess (14); and carrying out a solder reflow operation, so that said solder dam region (19) forms said coupling element (16) adhered to said coupling recess (14).

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD

2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

Lorenzo NANNUCCI



p.i. 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD
2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

Lorenzo NANNUCCI
(Iscrizione Albo nr. 1214/B)

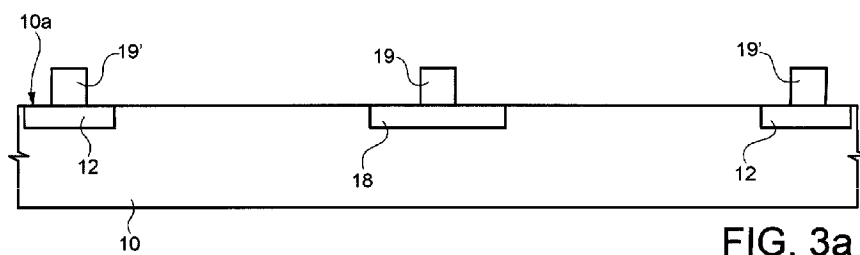


FIG. 3a

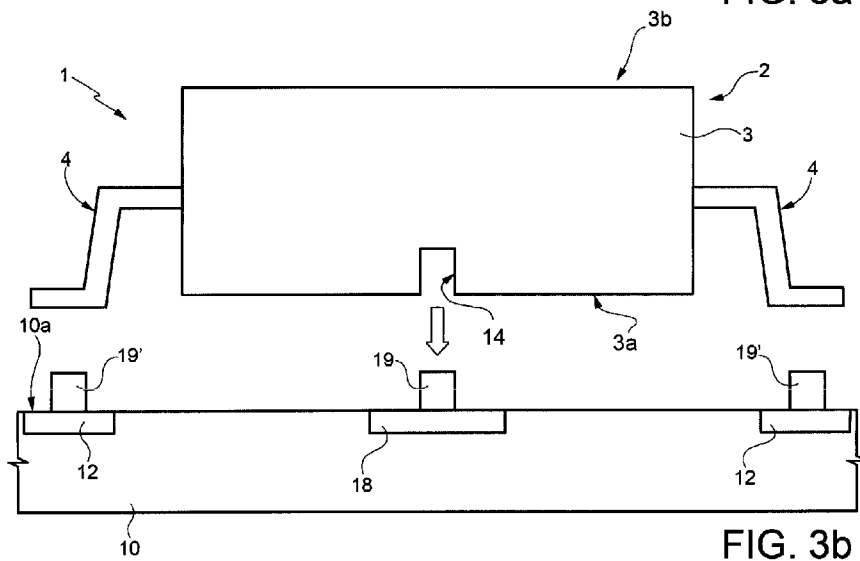


FIG. 3b

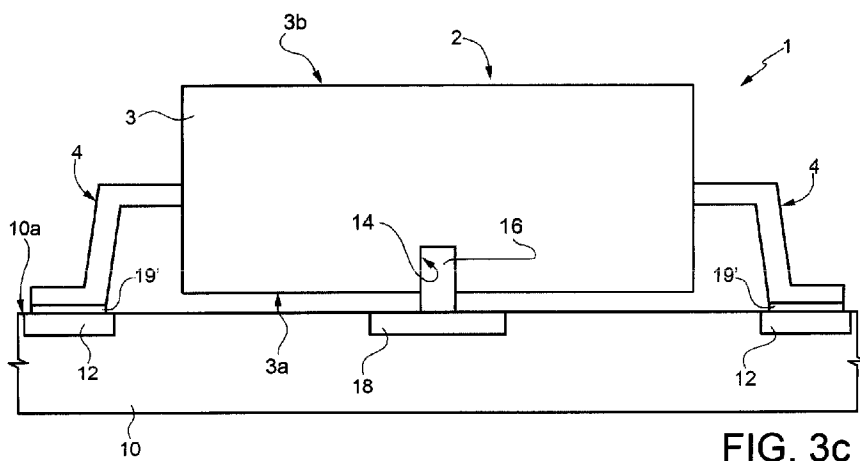


FIG. 3c

p.i. 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD
2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

Lorenzo NANNUCCI
(Iscrizione Albo nr. 1214/B)

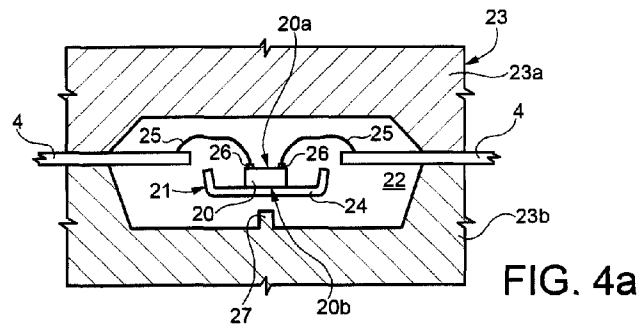


FIG. 4a

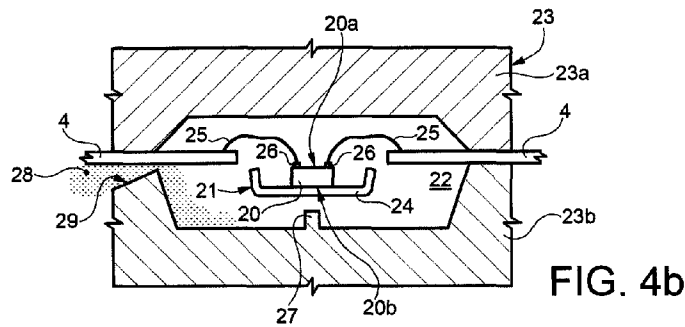


FIG. 4b

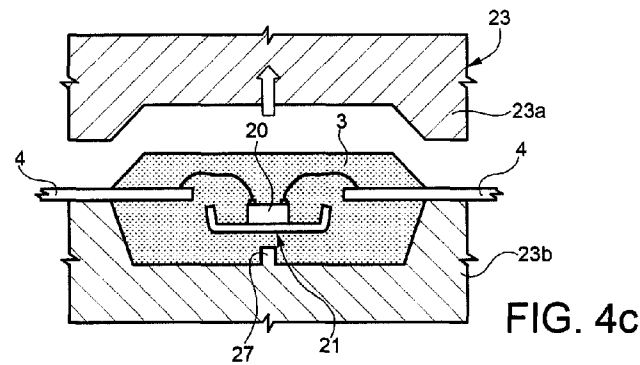


FIG. 4c

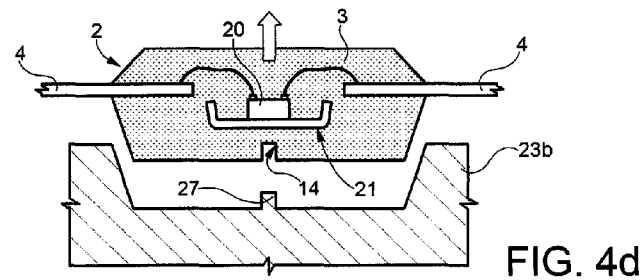


FIG. 4d

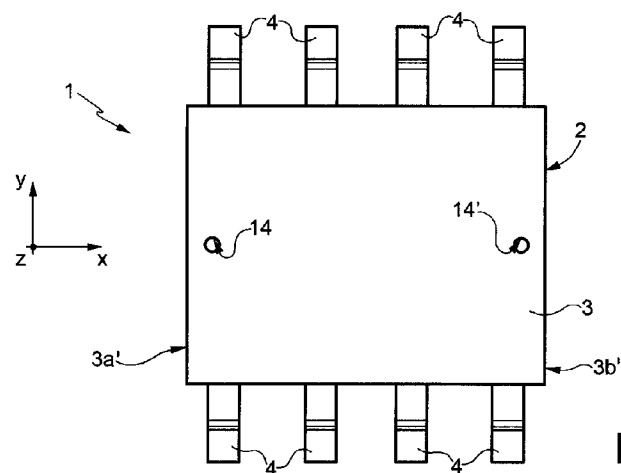


FIG. 5a

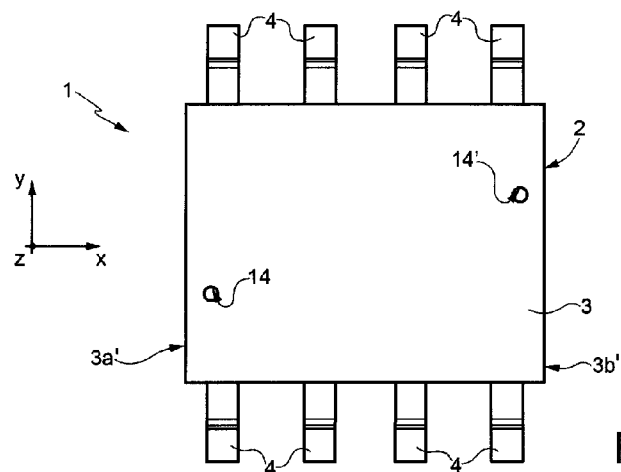


FIG. 5b

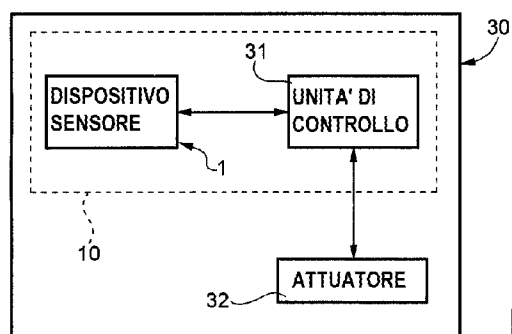


FIG. 6

p.i. 1) STMICROELECTRONICS (MALTA) LTD
2) STMICROELECTRONICS PTE LTD

Lorenzo NANNUCCI
(Iscrizione Albo nr. 1214/B)