

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5813007号
(P5813007)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.

F 1

B81B 7/02	(2006.01)	B 81 B 7/02
B81C 3/00	(2006.01)	B 81 C 3/00
H01L 23/08	(2006.01)	H 01 L 23/08 A
H01L 23/02	(2006.01)	H 01 L 23/02 G

請求項の数 18 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-547262 (P2012-547262)
(86) (22) 出願日	平成22年12月29日 (2010.12.29)
(65) 公表番号	特表2013-516329 (P2013-516329A)
(43) 公表日	平成25年5月13日 (2013.5.13)
(86) 國際出願番号	PCT/US2010/062331
(87) 國際公開番号	W02011/082214
(87) 國際公開日	平成23年7月7日 (2011.7.7)
審査請求日	平成25年12月27日 (2013.12.27)
(31) 優先権主張番号	12/969,821
(32) 優先日	平成22年12月16日 (2010.12.16)
(33) 優先権主張國	米国(US)
(31) 優先権主張番号	61/291,777
(32) 優先日	平成21年12月31日 (2009.12.31)
(33) 優先権主張國	米国(US)

(73) 特許権者	390020248 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(73) 特許権者	507107291 テキサス インスツルメンツ インコーポ レイテッド アメリカ合衆国 テキサス州 75265 -5474 ダラス メイル ステイショ ン 3999 ピーオーボックス 655 474
(74) 上記1名の代理人	100098497 弁理士 片寄 恒三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム(MEMS)デバイスのための音響(acoustic)
エアチャネルを有するリードフレームベースのプリモールドされたパッケージ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム(MEMS)デバイスであって、上面と、周囲縁と、前記周囲縁から離れて前記上面内に中央に形成された段状の窪みとを有するキャリアと、

前記キャリアの前記周囲縁に沿って埋め込まれた複数の金属リードと、

前記窪み内で1つの段に取り付けられたインセット(inset)であって、前記窪み内のチャネルを通して連通する第1及び第2の開口を有する、前記インセットと、

前記インセットに取り付けられる集積回路チップであって、前記チップを通して延び、前記インセットの前記第1の開口を通して前記窪みに連通する開口を有する、前記集積回路チップと、

前記チップ開口の上に延びる可動部品と、

前記キャリアに取り付けられたカバーであって、前記チップを囲み、前記インセットの前記第2の開口を通して前記窪みに連通する孔を有する、前記カバーと、

を含み、

前記インセットが前記集積回路チップと同じ熱膨張係数(CTE)を有する、デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載のデバイスであって、

前記段状の窪みが、第1の深さで前記キャリア面から前記段に延びる第1の層と前記第

10

20

1の深さの前記段から第2の深さに延びる第2の層とを有して構成され、前記第1の深さと前記第2の深さの合計が、前記キャリアの厚さの高さよりも小さい、デバイス。

【請求項3】

請求項2に記載のMEMSデバイスであって、

前記インセットが、前記第1の層を充填し、前記窪みの前記第2の層を覆うように寸法される、デバイス。

【請求項4】

請求項3に記載のMEMSデバイスであって、

前記チャネルが、前記覆われた第2の層の少なくとも一部により前記第1の層の下に定義される、デバイス。

10

【請求項5】

請求項4に記載のMEMSデバイスであって、

前記第1及び第2の深さが等しい、デバイス。

【請求項6】

請求項4に記載のMEMSデバイスであって、

前記可動部品が、前記チップ開口を横切って伸びて覆う薄膜である、デバイス。

【請求項7】

請求項6に記載のMEMSデバイスであって、

前記薄膜が、前記第1及び第2のインセット開口により前記チャネルを通して前記孔から前記チップ開口へ伝えられる外部圧力変化に応答して内側へ及び外側へ変形するよう構成された可撓性金属フォイルである、デバイス。

20

【請求項8】

請求項7に記載のMEMSデバイスであって、

前記インセットが前記キャリアの前記上面と同じレベルに上面を有し、前記カバーが前記キャリアの前記上面と前記インセットの前記上面とに取り付けられている、デバイス。

【請求項9】

請求項8に記載のMEMSデバイスであって、

前記金属リードが前記キャリアの厚さの高さと同等の厚さを有する金属リードを含む、デバイス。

【請求項10】

30

請求項9に記載のMEMSデバイスであって、

前記孔が、前記カバー内に前記インセットの前記第2の開口に整列された開口を含む、デバイス。

【請求項11】

請求項1に記載のMEMSデバイスであって、

前記可動部品が、前記チップ開口を横切って伸びて覆う薄膜である、デバイス。

【請求項12】

請求項11に記載のMEMSデバイスであって、

前記薄膜が、前記第1及び第2のインセット開口により前記チャネルを通して前記孔から前記チップ開口へ伝えられる外部圧力変化に応答して内側へ及び外側へ変形するよう構成された可撓性金属フォイルである、デバイス。

40

【請求項13】

請求項1に記載のMEMSデバイスであって、

前記インセットが前記キャリアの前記上面と同じレベルに上面を有し、前記カバーが前記キャリアの前記上面と前記インセットの前記上面とに取り付けられている、デバイス。

【請求項14】

請求項1に記載のMEMSデバイスであって、

前記金属リードが前記キャリアの厚さと同等の厚さを有する金属リードを含む、デバイス。

【請求項15】

50

請求項 1 に記載の M E M S デバイスであって、
前記孔が、前記カバー内に前記インセットの前記第 2 の開口に整列された開口を含む、
デバイス。

【請求項 16】

マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム (M E M S) デバイスを製造するための
方法であって、

中央のオープンスペースを囲む複数のリードを有するリードフレームを提供することであって、前記リードが或る高さを有する金属シートで作られる、前記提供することと、

前記オープンスペースを重合体化合物で充填することであって、それにより前記リード
を埋め込み、前記厚みと或る面を有するキャリアを形成する、前記充填することと、

前記オープンスペースに窪みを形成することと、

第 1 の穴 (p e r f o r a t i o n) と第 2 の穴とを有するインセット (i n s e t)
を取り付けることと、

集積回路チップを通して延びる開口を有する前記集積回路チップを前記インセット上に
取り付けることであって、前記開口が前記回路側でフォイルによって覆われて反対側では
ふさがれておらず、前記開口が前記第 1 の穴と連通する、前記取り付けることと、

前記集積回路チップを囲むために前記キャリアの前記面上にカバーを取り付けることと、

、
を含み、

前記インセットが前記集積回路チップと同じ熱膨張係数 (C T E) を有する、方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法であって、

前記窪みを形成することが、前記オープンスペースに二層状の窪みと、第 1 の層から少
なくとも前記窪みの周囲の一部を囲む第 2 の層へ突き出る段と、を形成することを含む、
方法。

【請求項 18】

マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム (M E M S) デバイスを製造するための
方法であって、

レイルにより互いに保持される複数のデバイス・ユニットを有するリードフレーム・ス
トリップを提供することであって、各ユニットが中央オープンスペースを囲むリードを有
する、前記提供することと、

前記ユニットの前記オープンスペースを重合体化合物で充填することであって、それによ
り、前記リードを埋め込み、前記リードの対応する面と同一平面上の面を有するプレ
ート状キャリアを形成する、前記充填することと、

前記オープンスペースを充填することと同時に、前記充填された中央オープンスペース
内に 2 層段状の窪みを作ることと、

インセット (i n s e t) を各ユニットの前記段状の窪みに取り付けることであって、
前記インセットが第 1 の開口と該第 1 の開口から横方向に分離された第 2 の開口とを有し
、前記インセットが、前記窪みを通して連通する前記第 1 及び第 2 の開口を有する、前記
窪みに対するリッドとして振る舞う、前記取り付けることと、

各ユニットで集積回路チップを前記インセットに取り付けることであって、前記チップ
が、薄膜で覆われ、前記第 1 のインセット開口と連通する前記チップ開口に位置決めされ
る開口を有する、前記取り付けることと、

各ユニットで前記チップの端子を前記リードのそれぞれのリードに接続することと、

各ユニットで前記キャリアの上にカバーを取り付けることであって、前記カバーが前記
チップを囲み、前記カバーが前記第 2 のインセット開口と連通する穴を有し、前記穴が、
前記第 2 のインセット開口と前記窪みと前記第 1 のインセット開口と前記チップ開口とを
を通して前記薄膜と相互に作用するために周囲の状態へのアクセスを提供するように機能す
る、前記取り付けることと、

を含み、

10

20

30

40

50

前記インセットが前記集積回路チップと同じ熱膨張係数(CTE)を有する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、全般的に半導体デバイス及び半導体デバイス製造に関し、更に具体的には、パッケージングされたマイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム(MEMS)デバイス及びその製造に関連する。

【背景技術】

【0002】

MEMSデバイスは、マイクロメートル規模の小型で軽量なデバイスであり、トランジスタ及びアクチュエータを含む、機械的に可動する部品を有し得、熱的、音響的、又は光学的エネルギーの影響を受けやすい部品を有し得る。これらの可動し、かつ影響を受けやすい部品のため、MEMSデバイスは、物理的及び雰囲気的保護を必要とする。従って、MEMSデバイスは、基板上に配置され、周囲環境及び電気的障害から、及び応力からMEMSデバイスを遮蔽する筐体又はパッケージによって囲まれるのが典型的である。10

【0003】

MEMSデバイスは、機械的要素、センサ、アクチュエータ、及び電子部品を、共通の基板上で統合する。MEMSデバイス製造は、他のマイクロエレクトロニクス・デバイスに用いられるものに類似するバッチ製造手法を用いることを意図している。そのため、MEMSデバイスは、良好に制御された集積回路技術を活用することを試みる一方で、製造コストを低減するために大量生産及び最小限に抑えた材料消費による利点を得ることができる。20

【0004】

MEMSデバイスは、マイクロフォン薄膜などの圧力センサのような機械的センサ、及び加速度計などの慣性センサといった形を探り得、これらはいずれもチップの集積電子回路と結合され得る。機械的センサは、圧力、力、トルク、流れ変位、速度、加速度、レベル、位置、傾き、及び音響波長及び振幅に反応し、これらを測定する。一般的な要件の中でも圧力センサ用のものは、長期間安定性、小さな温度感度、低い圧力及び温度ヒステリシス、耐腐食性環境、及び、多くの場合、気密性がある。バルク半導体結晶内に可動性要素とそれらが動くためのキャビティをつくるためにMEMSセンサ製造に用いられる2つの特定のバルク・マイクロマシン・プロセスは、異方性ウェット・エッティングと深堀り反応性イオン・エッティング(DRIE)である。30

【0005】

半導体MEMS圧力センサ及びマイクロフォンは、水平及び垂直接続のためパターニングされた多レベルのメタライゼーションを含む絶縁基板上に組み立てられる。一例として、基板は4個のメタライゼーション・レベルを有し得る。この組み立ては、接着性チップ取り付けと端子への金属ワイヤ・ボンディングを含むのが典型的である。多くの製品において、これらの端子は、コンパクトなSON(Small Outline No-Lead)又はQFN(Quad Flat No-Lead)タイプの半導体デバイスに類似して配置される。これは、これらがチップ・サイズ・パッケージのコンパクトな外形を示すためである。基板は、MEMSデバイスによって監視されるべき周囲圧力及び音響信号に薄膜を曝すために必要とされるエアチャネルも含む。保護及び頑強性の目的で、チップと、配線と、及び基板の一部とは、金属CANにパッケージングされるか、プラスチック封止にモールドされる。一例として、携帯電話用の4個の端子を備えたMEMS直方体アナログ出力マイクロフォンの寸法は、約4.8mm×3.8mm×1.25mm、又は2mm×2mm×1.25mm程度の小ささであり得る(その結果4mm²のフットプリントとなる)。40

【発明の概要】

【0006】

本発明は、内部キャビティを備えたMEMSデバイスの急速な普及とそれらの幅広い多50

様化が、現在よりも低い製造コストに強く依存していることを認識している。一例として、低い製造コスト及び小さな寸法は、圧力センサ、マイクロフォン、加速度計、及び外部アナログ入力を電気的出力に変換するために可動部材が必要とされるその他の応用例を、自動車、医療、及び航空宇宙産業における携帯型で民生用の電子デバイスの応用例に組み込むために重要な要件である。

【0007】

本発明は、パターニングされた多レベル・メタライゼーションを備えた基板上にMEMSデバイスを構築することは、高コストなアプローチであるだけでなく、MEMS構成要素に用いることのできる材料及び構成の選択肢も制限することを認識している。また、多金属レベル基板製造が複雑であるために、これらのMEMSデバイスの、急速に変化する顧客の要求事項や市場機会に対する柔軟性が損なわれている。10

【0008】

圧力及び音声感知マイクロフォン及びスピーカーに適した薄膜を備えた低成本MEMSデバイスの大量生産における課題は、薄膜を備えたチップをプレモールドされたリードフレームを含むキャリア上に組み立てることによって解決された。リードフレームのリードを組み込むモールディング・プロセスは、二層の段状の窪みも形成する。第1の層上に置かれた（プラスチック、銅、シリコン、又はその他の適切な材料で作られる）インセット（inset）が、二層間の段に取り付けられ、第2の層を内部エアチャネルの機能に限定する。薄膜を備えたチップを組み立てるための領域を提供するこのインセットは、エアチャネルを外部環境につなぐための穴と、エアチャネルを薄膜につなぐための別の穴とを有する。インセットの寸法及び外形、及び穴の数及び位置はカスタマイズすることができるため、このようなインセットは、MEMSデバイス製造に低成本な設計多様性を付加する。また、インセットは、チップの単結晶シリコンと同じ熱膨張係数（CTE）を有する、廉価なアモルファス・シリコンで作ることができるため、パッケージ材料間のCTEミスマッチを最小化する取り組みを支援する。このアッセンブリ・プロセスは、レーザーを用いないため、コスト削減の支援となる。20

【0009】

本発明は更に、QFN / SONタイプのリードフレームにより、パッケージ・オン・‐パッケージMEMSデバイスなどの他の構成要素との、より大きなシステムレベル統合が可能となり、それにより、電気的製品効率が高まることを認識している。30

【0010】

本発明の実装は、圧力センサ、マイクロフォン、加速度計、中継器、サーモパイルを構築するため、及び外部入力を電気的出力に変換するために可動部材が必要とされるその他の応用例に用いるために、薄膜又はビームを偏向させるための空気圧、静電気力、重力、ガス組成などの利用を含む。

【0011】

可動薄膜により生じる容量性変化で動作する、圧力センサ・ファミリーの例示のMEMSデバイスは、蓋を備えたプレモールドされたリードフレーム上に薄膜を備えたチップが組み立てられる場合、多レベル基板を備えて従来の方式で製造される場合に比べ、20%から30%低い製造コストを提供し得る。40

【0012】

例示の一実施例に従って、或る高さ及び面を有するキャリアであって、周囲に複数の金属リードを組み込んでいるキャリアと、前記周囲から離れており、第1の層及び第2の層を有する、前記キャリア内の段状の窪みと、前記段に取り付けられ、第1の穴及び第2の穴を有するインセットと、前記インセットに取り付けられる集積回路チップであって、フオイルによって覆われる、前記集積回路チップを通して延びる開口を有し、前記開口が前記インセットの第1の穴と通信している、集積回路チップと、前記集積回路チップを囲む前記キャリアの前記面に取り付けられ、前記インセットの第2の穴と通信する孔（vent）を有するカバーとを含むMEMSデバイスが提供される。

【0013】

10

20

30

40

50

別の例示の実施例に従って、或る高さ及び面を有するキャリアであって、周囲に複数の金属リードを組み込んでいるキャリアと、前記周囲から離れており、前記面から前記キャリアの高さより小さい深さまで延びる、前記キャリア内の段状の窪みと、前記段に取り付けられ、第1の穴及び第2の穴を有するインセットとを含むMEMSデバイスが提供される。

【0014】

別の例示の実施例に従って、MEMSデバイスを製造するための方法が提供され、この方法は、中央のオープンスペースを囲む複数のリードを有するリードフレームを提供する工程であって、前記リードが或る高さを有する金属シートで作られる工程と、前記オープンスペースを重合体化合物で充填する工程であって、それにより前記リードを組み込み、前記高さ及び或る面を有するキャリアを形成する工程と、前記充填されたオープンスペースの前記重合体化合物に窪みを形成する工程と、前記窪み内に第1の穴及び第2の穴を有するインセットを取り付ける工程と、集積回路チップを通して延びる開口を有する前記集積回路チップを、前記開口が前記第1の穴と通信するようにインセット上に取り付ける工程であって、前記開口が前記集積回路側でフォイルによって覆われ、反対側ではふさがれていらない工程と、前記集積回路チップを囲む前記キャリアの前記面上にカバーを取り付ける工程とを含む。10

【0015】

別の例示の実施例に従って、MEMSデバイスを製造するための方法が提供され、この方法は、中央のオープンスペースを囲む複数のリードを有するリードフレームを提供する工程であって、前記リードが或る高さを有する金属シートで作られる工程と、前記オープンスペースを重合体化合物で充填する工程であって、それにより前記リードを組み込み、前記高さ及び或る面を有するキャリアを形成する工程と、前記オープンスペースに窪みを形成する工程と、第1の穴及び第2の穴を有するインセットを取り付ける工程とを含む。20

【0016】

例示の実施例を添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本発明の原理に従った、リードフレームベースのプレモールドされたパッケージ内に音響エアチャネルを備えたMEMSデバイスの破断概略図である。30

【0018】

【図2A】図2Aは、本発明の原理に従った、複数のMEMSデバイスを製造するために用いられる例示のプレモールドされたリードフレーム片の一部の上面図である。

【0019】

【図2B】図2Bは、図2Aのリードフレーム片の線2B-2Bによる断面図である。

【0020】

【図2C】図2Cは、図2Aのリードフレーム片の線2C-2Cによる断面図である。

【0021】

【図3A】図3Aは、プレモールドされたリードフレーム及び音響エアチャネルを備えた、本発明の原理に従って製造された個片化されたMEMSデバイスの上面図である。40

【0022】

【図3B】図3Bは、図3Aのデバイスの線3B-3Bによる断面図であり、モールディングされた出っ張り上にあるインセットの断面を表す。

【0023】

【図3C】図3Cは、図3Aのデバイスの線3C-3Cによる断面図であり、モールディングされた出っ張り上にあるインセットの別の断面を表す。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図1は、圧力センサ、マイクロフォン、スピーカー、加速度計、中継器、サーモパイアル、及び外部入力を電気的出力に変換するために可動部材が必要とされるその他の構造を構50

築するために、薄膜又はビームを偏向させるための空気圧、静電気力、重力、ガス組成などの利用に基づいたMEMSデバイスのファミリーからの例示の実施例100を図示する。

【0025】

図1が示すように、集積回路チップ101が接着性フィルム102によってキャリア110上に取り付けられる。このキャリアは、金属性リード112を組み込む重合体の又は他の化合物111、及びインセット120を含む。本例のMEMSデバイスは、辺長が約 $2 \times 2\text{ mm}$ の正方形の外形を有する。他の実施例では、辺長がより大きく又はより小さくてもよく、又は矩形の外形を有していてもよい。図1が示すように、本体110の対向する2辺に3個のリードがあるが、他の実施例では、包含するリードはより多く又は少なくてもよく、これらのリードは、対称的に又は固まって配されてもよく、又はすべてのリードが本体外形に配置されていなくてもよい。

【0026】

キャリア110の部分111の材料は、エポキシベースの重合され、二酸化シリコン又は炭化珪素などの無機充填材で充填された、モールディング化合物であり得、又は任意の他の適切な可塑性化合物であってもよい。リード112は、銅、銅合金、アルミニウム、又はリードフレームの主成分として半導体業界において用いられる任意の他の金属又は合金であり得る。リード112の表面は、ワイヤ・ボンディング（銀又は金の薄層）又ははんだ付け（錫層、ニッケル及びパラジウム又は金の薄層）に適した治金学的表面構成を有し得る。重合体化合物111でつくられたキャリア部は高さ111aを有し、リード112は高さ112aを有する。図1において、開始リードフレーム、及び本体110を製造するために用いられる後続のモールディング・プロセス（以下参照）のため、高さ111aは高さ112aと同じである。従って、キャリア110の表面は、図1において110aで示す面である、リード及びプラスチック部と同じ平坦な面を有する。図1の例示の実施例において、リードの高さ112aは約0.35mmから約0.40mmの間であり、重合体化合物の高さ111aも約0.35mmから約0.40mmの間である。

【0027】

図1は、キャリア110の中心に向かって面110aから延びる段状の窪みが、重合体化合物111内に形成されることを更に示している。この窪みは、2つの層114及び115で構成される。図1の例示の実施例において、この2つの層は同じ深さを有するように示されているが、他の実施例ではこれらの深さは異なっていてもよい。図1の2つの層は、約0.12mmから約0.13mmの間の深さを有する。2つの層の和である総深さは、プラスチック・キャリア部の高さ111aより小さい。層114と層115の間は、第1の層114から第2の層115への遷移を形成するよう突き出る段116である。図1の例示の実施例では、この段は前記窪みの周囲を囲むように延びるが、他の実施例では複数の個別の段があってもよい。図1は、前記窪みがあるため、第2の層115の底部領域が、キャリア110の主要部を通るチャネル117の形をとるキャビティを画定することを示しており、このチャネル117が、MEMSデバイスのエアチャネルの一部である（詳細は下記参照）。

【0028】

図1が示すように、インセット120は、段116の上にあり、例えば、エポキシベースの及びポリイミドベースの配合物を含む、Bステージ・チップ取り付け化合物などの接着性フィルムによって段116に取り付けられ得る。インセットは、第1の層の窪み114を充填する寸法（面積及び外形）及び厚みを有し、そのため、第2の層115のカバー、及び半導体チップを取り付けるためのキャリアとして機能する。インセット120は、チップ101と同じ熱膨張係数（CTE）を提供するために多結晶シリコンでつくられてもよく、代替として、インセット120は、プラスチック、又は銅合金、アルミニウム、又はニッケル、又は他の適切な化合物などの金属でつくられてもよい。図1は更に、インセット120が、インセットの一端に近接する開口を画定する第1の穴121と、インセットの反対側の端に近接する開口を画定する第2の穴122とを有することを示している

10

20

30

40

50

。両方の開口は、チャネル 117 によって形成されるキャビティに対して開口する。

【0029】

チップ 101 の集積回路は、図 1 においてチップ面 101a 上に配置される。面 101a は、キャリア 110 のコンタクト又はリードへの接続 130 のためのチップ端子 103 も有する。面 101a の反対側のチップ面は、少なくとも部分的に、接着性フィルム 102 によってインセット 120 に取り付けられる。このフィルムは、例えば、エポキシベース配合物などの B ステージ・チップ取り付け化合物であり得、代替として、接着性フィルム 102 はポリイミド層であってもよい。図 1 に図示するように、チップ 101 は、チップの高さを介して延びる開口 104 を有する。開口 104 は、シリンド、切頭円錐、又は任意の他の適切な三次元幾何学形状に形づくられ得る。回路側で、開口 104 は可動部品 105 によって覆われる。図 1 の実施例では、可動部品 105 は、開口 104 にわたって拡がり、開口の周縁に沿って x 方向及び y 方向にチップ内に固定される。他の実施例において、可動部品は開口 104 の一部のみにわたって延びる。
10

【0030】

電気的接続 130 は、従来の半導体ボール・ボンディングにおいて用いられるような、約 $25 \mu m$ のワイヤ直径を有する金配線であり得る。配線 130 は、チップ端子 103 をキャリア 110 内に組み込まれた金属リード 112 に接続する。

【0031】

可動部品 105 は、パラジウム又は金で作られる表面を備えた幾つかの実施例において、銅、ニッケル、又はアルミニウムなどの金属で作られ得る。多くの実施例で、可動部品 105 は、約 $0.04 mm^2$ から約 $0.25 mm^2$ の間の面積及び約 $5 \mu m$ から約 $25 \mu m$ の間の厚みを有する。この厚み範囲では、可動部品 105 は、z 方向に可撓性のあるフォイルであり、面 101a に垂直に、そのため、チップ開口 104 のスペース内で本体面 110a にも垂直に、可動する薄膜として機能し得る。薄膜であるため、部品 105 は、薄膜を開口 104 の内側へ及び外側へ湾曲させる、開口 104 を介して z 方向から来る外部圧力変化の影響を受けやすい。
20

【0032】

図 1 が示すように、カバー 140 がキャリアの面 110a とインセット 120 の一部とに取り付けられる。カバー 140 は、アルミニウムのような金属で作られてもよく、又はモールディングされた部品などのプラスチックであってもよい。カバー 140 は、チップ 101 及び電気的接続 130 を封止するため C A N のように形づくられ、カバー 140 の高さを通して延びる孔 141 を有する。孔 141 は、インセット 120 の第 2 の穴 122 と整合される。この整合により、孔 141 からチャネル 117 を介してチップ開口 104 の端部の可動部品 105 への連続した空間的接続が得られる。
30

【0033】

図 2 A、図 2 B、及び図 2 C は、図 1 の M E M S デバイスを製造するために用いられる、プレモールドされた化合物に組み込まれたリードフレーム片を含む、全体を 200 で示すキャリアの一部の一例を図示する。図 2 A は、モールディング化合物で囲まれた、本例の元の金属性リードフレーム片の一部の上面図を示す。本例のリードフレームは、Q F N タイプ (Quad Flat No-Lead) 及び S O N タイプ (Small Outline No-Lead) デバイスのための従来の半導体技術において用いられるリードフレームに類似する。図 2 A には、線 2 B - 2 B 及び線 2 C - 2 C が含まれる。図 2 B は、線 2 B - 2 B での前記キャリアの切開図であり、図 2 C は、線 2 C - 2 C での前記キャリアの切開図である。
40

【0034】

図 2 A のリードフレーム片の部分のうち金属には陰影をつけている。多くの M E M S デバイス実施例では、リードフレーム片は銅又は銅合金のシート金属からつくられ、その他の M E M S デバイスでは、リードフレーム片はアルミニウム又はアルミニウム合金のリードフレーム片で作られ得る。ボンディング工程におけるワイヤ取り付けを容易にするため、一つのリードフレーム面は、銀又は金の薄い層のめっきされたスポットを有し得、アッセンブリ工程におけるはんだ取り付けを容易にするため、反対側のリードフレーム面 (図
50

2 A では図示せず) は、錫のめっきされた層、又はニッケルの、及びパラジウム又は金などの貴金属の、めっきされた薄い層を有し得る。リードは、金属シートの厚みを反映する高さ(図2 C 参照)を有する。

【0035】

図2 A の例において、リードフレーム部は、レール又はタイバー201によって形づくられかつ接続された、約2 mmの辺長の2個の矩形のユニットを含む。レールに取り付けられた各ユニットは複数のリード112を含み、図2 A の例では、向かい合ったレールに対称的に配置された3個のリードのセット2つにグルーピングされた、6個のリードがある。しかし、これらのユニットは、典型的なリードフレームにおいてレール(又は周囲)から離れて配置される、半導体チップを取り付けるための従来のパッドを含んでいない。
10 その代わり、ユニットの中央部はオープンスペースのままである。本例では、リード112は、レールへの取り付け時に約0.25 mmの幅202、約0.5 mmの長さ203、及び約0.5 mmの中心間ピッチ204を有する。

【0036】

図2 A のキャリア200の上面図は、キャリア200のモールディングされた部分内の窪みの第1の層と第2の層とを分ける段116の領域を示す。図2 A は、第1の層114の縁線と第2の層115の縁線を示す。第2の層の底部領域は、完成デバイスのチャネル117を形成する。

【0037】

線2B - 2B に沿った、図2 B のキャリア110の断面は、キャリアのプラスチック部111の高さ111aと、プラスチック部内の前記二層の窪みの外形を図示する。リードフレームは、モールディング・プロセスにより封止化合物内に組み込まれ得るため、プラスチック・キャリア部の高さ111aは、リードフレーム高さと同じである(図2 Cも参照)。キャリアの面110aから第2の層によって形成されたチャネル117の底部まで延びる窪みの深さ216は、高さ111aより小さい。深さ216の第1の部分は前記第1の層114であり、第2の部分は前記第2の層115である。図2 B の実施例は、これらの層が全体の深さ216に対し均等量寄与することを示すが、他の実施例ではこれらは不均等な量寄与する。第1の層によって作られる窪み量は、インセット122(図3 B 及び図3 C 参照)によって充填される。第1の層114は、第2の層115より大きな幅(図2 B の実施例で約15%)を有するため、それらの間に段116が形成される。段116は、図1に示したようにインセット122の支持を提供する。
20 30

【0038】

図2 B の実施例に用いられるリードフレームにおいて、タイバー201は、上述のように、元のリードフレームの厚みに等しいキャリアの高さ111aよりも小さな高さを有するように示されている。この特徴により、リードフレーム片のトリミングや、アッセンブリ及びパッケージング・プロセスを完了した後リードフレーム片から個別のユニットを個片化するオペレーションが容易になる。この特徴は、タイバーに沿ってリードフレーム片の金属をハーフエッティングすることによってつくられる。

【0039】

線2C - 2C に沿った、図2 C のキャリア110の断面は、キャリアの金属性リード部112の高さ112aをプラスチック部111の高さ111aと共に図示する。上述したように、高さ112aは高さ111aと同じである。半導体チップ用の異なるアッセンブリ要求を有する他の実施例では、これらの高さが異なる場合もある。図2 C の断面に示した窪みは、図2 B の断面に示した窪みより広い段116の領域に特徴があり、段116の幅が不均一であることを示す。他の実施例では段116の幅は均一であってもよい。また、図2 C の断面は、第1及び第2の層及びチャネル117のジオメトリが、窪み、層、及びチャネルの延びた形状を示す図2 B の断面に示した2つの層及びチャネルのジオメトリに比べて短いことを示す。
40

【0040】

図3 A、図3 B、及び図3 C は、図1に斜視図で示した例示の実施例の上面図、及び線

3 B - 3 B 及び線 3 C - 3 C に沿った 2 つの切開図を図示する。図 3 A は、リードフレーム片を個別のユニットに個片化し、チップをその薄膜及びボンド・ワイヤ接続と共に保護するためのカバーを取付けた後の本実施例の上面図であり、全体を 100 で示す。実施例 100において、カバー 140 の外形は、約 2×2 mm の、完成 MEMS デバイスの外形を決める。カバーの上面まで達しているのは孔 141 であり、孔 141 は本例の MEMS デバイスでは円形の外形を有するが、他の実施例では孔は異なる外形を有していてもよい。

【 0041 】

破線でこの上面図に更に示すのは、本例の MEMS デバイスにおいて、約 1 mm の辺を備えた矩形として形づくられた半導体チップ 101 と、そのチップを通る開口を覆うフォイル 105 と、窪みの第 1 の層を充填し、第 1 の開口 121 及び反対の端部の第 2 の開口 122 を有するインセット 120 と、第 1 の穴及びフォイルと第 2 の穴及び孔との間のチャネル 117 を提供する窪みの第 2 の層 115 と、キャリア化合物内に組み込まれるリード 112 である。

【 0042 】

図 3 B の本例の個別の MEMS デバイスの（図 3 A のオフセット線 3 B - 3 B に沿った）断面は、キャリアの金属性リード 112 間で共通の高さ 112a と、キャリアのプラスチック部 111 の高さ 111a を図示する。この共通の高さは、リードを組み込み、キャリアをつくるリードフレームのプレモールド・プロセスを行った結果である。図 3 B の断面に示す窪みは、例えば、301 で示す B ステージ重合体接着性配合物を用いることによって、プレモールドされたキャリアの段 116 にインセット 120 が取り付けられた後の一、第 2 の層窪み 115 からのエアチャネル 117 の形成に特徴がある。上述したように、本例の MEMS デバイスの第 1 の層の深さは約 0.12 mm から約 0.13 mm の間であり、インセットが第 1 の層の高さ及び領域を充填する。従って、接着剤 301 の厚みと一緒にしたインセット 120 の厚みは、同じ範囲内にある。

【 0043 】

図 3 B において、半導体チップ 101 は、例えば、302 で示す B ステージ重合体接着性配合物を用いることにより、部分的にインセット 120 上に及び部分的にプラスチック化合物 111 上に取り付けられる。チップ 101 の高さ 101b は約 0.3 mm から約 0.4 mm の間である。従って、約 0.7 mm から約 0.8 mm の間であるカバー 140 の高さ 142 は、フォイル 105 の z 軸動きだけでなくワイヤ・ボール・ボンドのアーチ高さを収容するのに充分である。そのため、パッケージングされた MEMS デバイスの総高 303 は、およそ、1.0 mm から 1.3 mm までの範囲に入る。図 3 B において、チップ 101 の開口 104 は、シリコン貫通電極 (TSV) など、一つ又はそれ以上の狭窄部 104a によってフォイル 105 まで続くよう概略で示されているが、この特徴は、MEMS デバイス（圧力センサ、マイクロフォン、スピーカーなど）の機能に依存する。従って、幾つかのデバイスにおいて、開口 104 は構造体無しにフォイル 105 まで継続してもよく、他のデバイスでは複数の構造体又は TSV があってもよい。

【 0044 】

図 3 C の切開図は、本例の MEMS デバイス実施例の全体的なエアチャネルのレイアウトを示す。キャリア 110 の重合体化合物 111 によって形成された部分は、チャネル 117 を含み、このチャネルがカバー 140 の孔 141 を介して雰囲気インレット (ambient inlet) をチップ 101 の開口 104 の端部の可動部品（フォイル、薄膜）105 に接続する。このエアチャネルは、チャネル 117 をインセットの第 1 の穴によりチップ開口 104 及びフォイル 105 へ、及びインセットの第 2 の穴 122 により周囲雰囲気及び孔 141 へつなげるインセット 120 によって補完される。

【 0045 】

本発明の別の実施例は MEMS を製造するための方法である。プロセス・フローの第 1 の工程において、リードフレーム片が供給され、このリードフレーム片は複数のユニットを有し、各ユニットは中央のオープンスペースを囲むリードを有する。上述したように、

10

20

30

40

50

これらのユニットはチップを取り付けるためのパッドは呈していない。これらのユニットはタイバー又はレールによって共に保持される。これらのレール及びリードは、或る高さを有する金属シートからスタンピングされるか又はエッティングされる。薄くするため、これらのレールは、その後ハーフエッティングされて元の金属厚みを約50%低減させる。多くの実施例の場合、シート材料は銅であり、銅表面にはモールディング化合物への接着を強化するため酸化又は粗化などの処理が成され得る。一つの面上で、リードは、ワイヤ・ボンディングを容易にするためスポットめっきされた銀を有し得、反対の面上で、リードは、はんだ取り付けを容易にするためめっきされた金属（ニッケル、及びパラジウム又は金など）を有し得る。

【0046】

10

次の処理工程において、これらのユニットのオープンスペースは、重合体化合物で充填され、それにより、リードを組み込み、リードの高さと複数のリードに共通の面とを有するプレート状のキャリアを形成する。多くの実施例では、オープンスペースを充填する低成本の手法はトランスマルク成形技術である。この技術において、リードフレーム片は、リードフレーム片の長さのキャビティとリードフレーム厚みの或る高さを備えたスチール・モールドにロードされる。高比率の無機充填材を含有するエポキシベース封止化合物がキャビティ内に圧入されてリードフレーム片を組み込む。その結果、リード片は、多くのQFN及びSON半導体デバイスのキャリアに類似する、頑強なプレート状のキャリアに形成される。

【0047】

20

各ユニット内のオープンスペースを充填する工程と同時に、二層の段状の窪みが、その窪みがキャリアの前記面から前記キャリアの高さより小さい或る深さまで延びるように、各ユニットのオープンスペースの中央領域に作られる。また、この窪みは、或る階段状の段が前記窪みの周囲を囲んで延びるように形成される。この段は第1の層から第2の層までの遷移を記す。

【0048】

その後、インセットが個別部品として供給される。インセットは、好ましくは、Bステージのエポキシベースの接着性フィルムを用いて、各ユニットの段に取り付けられる。インセットは、第1の層の窪みの輪郭、領域、及び厚みを呈するように構成され、そのため、第1の層を充填することができる。インセットは更に、インセットの一端の第1の穴の開口とインセットの反対の端部の第2の穴の開口とを有する。インセットは、段に取り付けられた後、第2の層の窪みで画定されるキャビティへの蓋として機能し、エアチャネルとして機能する第2の層の空間を画定する。多くの実施例において、低成本のポリシリコンで作られるインセットを有することは利点である。これは、この選択肢により、インセットのCTEがチップのCTEに等しくなり、熱機械的応力が低減されるためである。代替として、インセットはプラスチック又は銅などの金属でつくられてもよい。

30

【0049】

次の処理工程において、集積回路チップが供給され、ここで、各集積回路チップは、チップ厚みを介して延びる少なくとも1つの開口を有する。集積回路チップの回路側で、各開口は、MEMSデバイスの可動部品として機能するのに充分薄いフォイルによって覆われる。集積回路チップの回路とは反対側では、この開口はふさがれていない。各ユニットのインセット上に、チップの開口がインセットの第1の穴と整合されるようにチップが取り付けられる。取り付けプロセスは、Bステージのエポキシベースの接着性フィルムを用いることが好ましい。その後、各チップの端子が、各ユニットのキャリアに組み込まれたリードに接続され、ボール・ワイヤ・ボンディング技術が低成本の方法を提供する。

40

【0050】

次に、ユニットの領域（area）にわたって適合し、チップ及びワイヤ・ボンドを保護するのに充分な高さを有するCANのように形づくられ得るカバーが提供される。カバーは、カバーの高さを通る孔を更に有する。この孔がインセットの第2の穴と整合され、カバーがユニットのチップを封止するように、各キャリア・ユニットの面にカバーが取り付け

50

られる。

【0051】

最後に、パッケージングされたユニットがリードフレーム片から個片化される。低コストの手法は、ハーフエッチングされたレール及び薄いモールディング化合物を貫いて切る、リードフレーム・レールに沿ったソーイング工程である。代替として、インセットの付加前又はチップの付加前にパッケージ基板を個別化し、パッケージ基板の製造を完成デバイスの製造とは別に行うこともできる。

【0052】

本発明は、プラスチック及びセラミックスを含む、MEMSデバイス・パッケージのための任意の材料に、及びシリコン、シリコン・ゲルマニウム、ガリウム砒素、又は製造に用いられる任意の他の半導体又は化合物を含む任意の集積材料に適用される。インセットを備えたプレモールドされたリードフレームの、MEMSデバイスのパッケージのためのエアチャネルを備えたキャリアとしての利用は、圧力の電子的に検出可能な信号への変換が、その圧力に曝される薄膜の又は全般的には構造体の弾性撓みに依存する圧電抵抗圧力センサに適用することができる。インセットを備えたプレモールドされたリードフレームの、MEMSデバイスのパッケージのためのエアチャネルを備えたキャリアとしての利用は、共振周波数が、振動する微細構造の機械的応力に依存する共振圧力センサに適用することができる。

【0053】

窪みは、インセットによって覆われる単一層を有して形成され得る。例えば、インセットは、この単一層内部に適合してもよく、単一層の底部から間隔を空けて配置されてエアチャネルを形成してもよい。この間隔は、前記窪み内に上下逆にされる、前記窪み内にモールディングされる、又はインセットの一部として形成される、スタンドオフによって制御され得る。同様の方式で、インセットは、パッケージ基板の上面に配置されてもよく、インセットの整合を確実にするため窪み内に延びる、インセット内に形成される一つ又はそれ以上の構造体を任意で含んでいてもよい。更に別の例において、前記第2の穴は、インセットの端部と前記窪みの端部との間のギャップによって具現化されてもよい。前記第2の穴を覆うことによって粒子による前記第2の穴及びエアチャネルへのアクセスが制限されるが、前記第2の穴は、パッケージカバーによって囲まれている必要はない。カバーの利用により、前記第2の穴から外部環境への経路の長さ及び形状の両方を特定の応用例用に調節することも可能となる。

【0054】

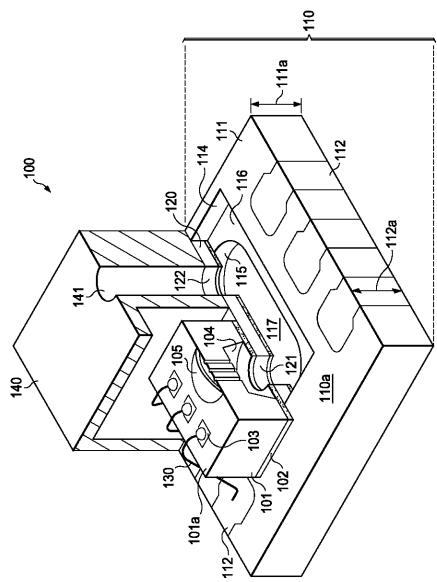
例示の実施例の文脈で説明したような特徴又は工程のすべて又はその幾つかを有する例示の実施例の文脈で説明した1つ又はそれ以上の特徴又は工程の異なる組み合わせを有する実施例も、本明細書に包含されることも意図している。当業者であれば、他の多くの実施例及び変形も特許請求の範囲に包含されることが理解されるであろう。

10

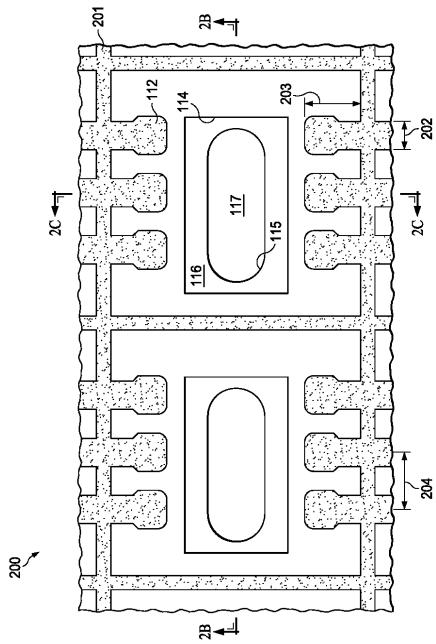
20

30

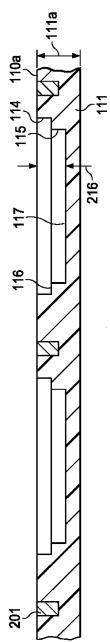
【図1】



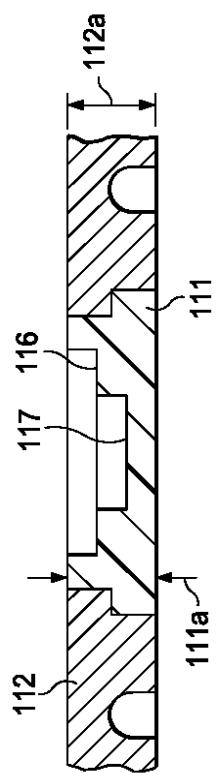
【図2A】



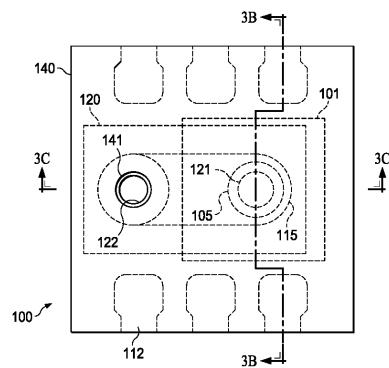
【図2B】



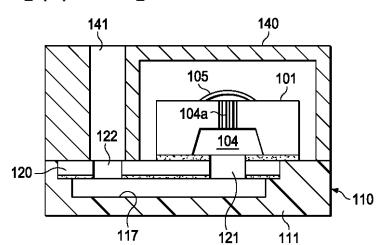
【図2C】



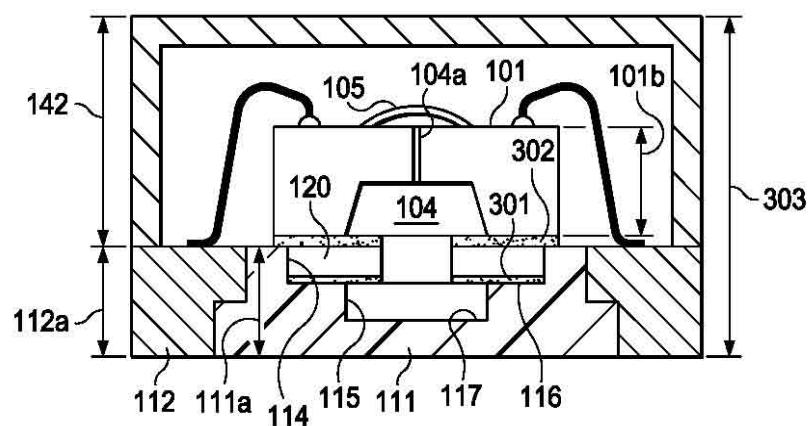
【図 3 A】



【図 3 C】



【図 3 B】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェームズ アール ハッカビー
アメリカ合衆国 75092 テキサス州 シャーマン, オーク クリーク ドライブ 201
6

(72)発明者 レイ エイチ パードム
アメリカ合衆国 75092 テキサス州 シャーマン, ブレストン メドーズ ロード 38
5

審査官 水野 治彦

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0180655(US, A1)
国際公開第2008/086893(WO, A1)
特開2006-022807(JP, A)
特開2005-340647(JP, A)
特開2004-260103(JP, A)
国際公開第2007/020925(WO, A1)
特開2006-253228(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B81B 7/02
B81C 3/00
H01L 23/02
H01L 23/08