

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4981913号

(P4981913)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int. Cl. F I  
 H O 4 R 31/00 (2006. 01) H O 4 R 31/00 C  
 H O 4 R 19/04 (2006. 01) H O 4 R 19/04

請求項の数 27 (全 16 頁)

|               |                               |           |                                     |
|---------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2009-529532 (P2009-529532)  | (73) 特許権者 | 300002160                           |
| (86) (22) 出願日 | 平成19年9月27日 (2007. 9. 27)      |           | エプコス アクチエンゲゼルシャフト                   |
| (65) 公表番号     | 特表2010-505304 (P2010-505304A) |           | E P C O S A G                       |
| (43) 公表日      | 平成22年2月18日 (2010. 2. 18)      |           | ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ザンクト                 |
| (86) 国際出願番号   | PCT/DE2007/001754             |           | ーマルティンシュトラッセ 53                     |
| (87) 国際公開番号   | W02008/040326                 |           | S t . - M a r t i n - S t r a s s e |
| (87) 国際公開日    | 平成20年4月10日 (2008. 4. 10)      |           | 53, D-81669 M u e n c h e           |
| 審査請求日         | 平成22年7月2日 (2010. 7. 2)        |           | n, G e r m a n y                    |
| (31) 優先権主張番号  | 102006046292.0                | (74) 代理人  | 100095407                           |
| (32) 優先日      | 平成18年9月29日 (2006. 9. 29)      |           | 弁理士 木村 満                            |
| (33) 優先権主張国   | ドイツ (DE)                      | (74) 代理人  | 100109449                           |
|               |                               |           | 弁理士 毛受 隆典                           |
|               |                               | (74) 代理人  | 100132883                           |
|               |                               |           | 弁理士 森川 泰司                           |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MEMSマイクロフォンを有する素子、及び前記素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空洞を有するハウジングと、  
 前記ハウジングに設けられる音流入開口と、  
 前記ハウジングの外側にあるSMTコンタクトと、  
 前記空洞内に配置され、前記SMTコンタクトに前記ハウジングを介して接続される端子と、  
 前記ハウジングの前記空洞内に前記音流入開口に対向して取り付けられるマイクロフォンの機能を備えたMEMSチップと、  
 から構成され、  
 前記MEMSチップは、前記端子に、バネ要素を含む導電接続を利用して接続され、前記導電接続の反対側に位置する表面を有する前記ハウジングと機械的に親密な接触をし、  
 前記MEMSチップの薄膜と前記ハウジングとの間に第1の容積を形成し、  
 前記MEMSチップと前記ハウジングとの間であって、前記MEMSチップの側部に第2の容積を形成し、  
 前記第1の容積と前記第2の容積とは接続され、  
 前記MEMSチップのマイクロフォン機能としての背部容積は、前記第1の容積と、前記第2の容積とから構成され、  
 前記機械的に親密な接触は、前記MEMSチップと前記ハウジングとの間に配置された弾性化合物を用いて実現される

10

20

ことを特徴とするMEMSマイクロフォンを有する素子。

【請求項2】

前記SMTコンタクトは前記ハウジングの底部に配置され、前記MEMSチップは、フリップチップ式接続を用いてハウジング床面に取り付けられる

ことを特徴とする請求項1に記載の素子。

【請求項3】

前記MEMSチップは、導電性接着剤でハウジング床面に取り付けられる

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の素子。

【請求項4】

前記MEMSチップは、はんだポイントを用いて、直接的に又は間接的にハウジング床面に取り付けられる

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の素子。

【請求項5】

前記SMTコンタクトは、前記ハウジングの底部に配置され、前記音流入開口は上方向に向く

ことを特徴とする請求項1ないし4のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項6】

前記ハウジングは、金属材料から構成されるか、金属塗装を有する

ことを特徴とする請求項1ないし5のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項7】

前記MEMSチップの表面であって、前記音流入開口と対向する表面と反対側の前記MEMSチップの表面において、前記ハウジングと前記MEMSチップとの間に、前記第1の容積と前記第2の容積との間の素早い均圧化に適した通路を備える

ことを特徴とする請求項1ないし6のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項8】

前記ハウジングは、底部及びカバーを含み、前記底部では、前記空洞を定義する凹部がある

ことを特徴とする請求項1ないし7のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項9】

前記カバーは、音流入開口を有する、構造化した金属薄片又は構造化した金属塗装プラスチック薄片を含む

ことを特徴とする請求項8のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項10】

前記カバーは、前記底部に、ボンディングされ、はんだ付けされ、又は溶接される

ことを特徴とする請求項8又は9に記載の素子。

【請求項11】

前記音流入開口は、この領域に配置されたより小さい複数の開口を有する領域を含む

ことを特徴とする請求項1ないし10のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項12】

ハウジング床面は回路基板を含む

ことを特徴とする請求項1ないし11のうちいずれか1項に記載の素子。

【請求項13】

前記回路基板は、前記SMTコンタクトに、前記端子を接続させるビアホールを有する

ことを特徴とする請求項12に記載の素子。

【請求項14】

互いに接続することにより、空洞を形成するように形付けられる、ハウジング底部及びカバーを準備し、前記ハウジング底部は、外側にSMTコンタクトと、前記ハウジング底部を貫通するビアホールによって当該SMTコンタクトに接続される内部端子とを有し、

マイク機能を備えたMEMSチップを前記ハウジング底部の前記空洞に配置し、前記MEMSチップを前記内部端子と電氣的に接続し、

10

20

30

40

50

前記ハウジング底部及び前記MEMSチップに前記カバーを取り付けることにより前記MEMSチップは、前記空洞に囲まれるが、前記空洞を完全には満たさない

ことから構成され、

前記内部端子との電氣的な接続は、バネ要素を含む導電接続を利用して接続され、前記導電接続の反対側に位置する表面を有する前記ハウジングと機械的に親密な接触をし、

前記機械的に親密な接触は、前記MEMSチップと前記ハウジングとの間に配置された弾性化合物を用いて実現される

ことを特徴とするカプセル化されたマイクロフォンの製造方法。

【請求項15】

前記カバーは音流入開口を含み、前記MEMSチップは、当該音流入開口に対向して配置される

ことを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記カバーの取り付けは、前記ハウジング底部にカバーを、ボンディングする、はんだ付けする、又は溶接することから構成される

ことを特徴とする請求項14又は15に記載の方法。

【請求項17】

前記カバーの取り付けは、接着剤で塗装された前記カバーをボンディングすることから構成される

ことを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記カバーは、少なくとも、結合表面の領域に穿孔を有し、前記カバーを取り付けた後、接着剤が、前記ハウジング底部及びMEMSチップに前記カバーを接着するために、前記穿孔を貫通して、押される

ことを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項19】

金属、又は前記空洞に金属塗装されたハウジング底部が使用された、導電性、又は導電性の塗装がされたカバーが用いられ、前記カバーは前記ハウジング底部の塗装に、又は取り付けられた後に、電氣的に接続される

ことを特徴とする請求項14ないし18のうちいずれか1項に記載の方法。

【請求項20】

前記カバーの取り付けは、前記カバーに前記ハウジング底部をはんだ付けするために、前記ハウジング底部の前記連結表面に、完全に囲われたはんだフレームを蒸着することから構成され、前記カバーは導電性又は導電性に塗装される

ことを特徴とする請求項14ないし19のうちいずれか1項に記載の方法。

【請求項21】

前記MEMSチップは、前記ハウジング底部に設けられたバネ要素によって、前記内部端子に電氣的に接続される

ことを特徴とする請求項14ないし20のうちいずれか1項に記載の方法。

【請求項22】

前記空洞への前記MEMSチップの配置及び前記内部端子と前記MEMSチップの電氣的接続は、

前記ハウジング底部に犠牲層を蒸着及び構築し、

第1領域が前記端子に位置し、前記第1領域から離れた第2領域が前記構築された犠牲層に配置されるバネ要素が作られるように、構築された金属層を蒸着し、

前記バネ要素の第2領域に前記MEMSチップを配置し、前記バネ要素に前記MEMSチップを接続し、

接続の前又は後に、前記犠牲層を取り除く

ことから構成され、

前記素子に接続された前記ハウジング底部の前記領域間に空隙が存在する

ことを特徴とする請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

予め複数の凹部が形成された、第 1 の大きな表面領域のハウジングサブウェハーは、利用され、

前記バネ要素は、前記凹部に、共通の処理工程において、全ての凹部用に製造され、

各 MEMS チップは、前記第 1 のハウジングサブウェハーの各凹部に挿入され、前記バネ要素は取り付けられ、

前記凹部はカバーで密閉され、

前記接続されたハウジング底部及びカバーはそれぞれのハウジングに分けられる

ことを特徴とする請求項 2 2 に記載の方法。

10

【請求項 2 4】

前記構築された金属層の蒸着は、前記凹部の内壁及び前記ハウジング底部の前記連結表面は金属で塗装されるように、実現される

ことを特徴とする請求項 2 1 ないし 2 3 のうちいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 5】

各 MEMS チップは中間工程に置いて処理され、各 MEMS チップは、前記 MEMS チップの前記バネ要素への接続の後に再度取り除かれた予備キャリア上の電氣的接続表面に対向して位置する裏面に正確な間隔で取り付けられる

ことを特徴とする請求項 1 4 ないし 2 4 のうちいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 6】

20

固形残留物を形成すること無く、前記犠牲層は熱で分解され得る有機層から構成される

ことを特徴とする請求項 2 1 ないし 2 5 のうちいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記犠牲層の取り除きは、前記 MEMS チップがバネ要素に接続される、はんだ付け又はボンディング工程と共に実行される

ことを特徴とする請求項 2 1 ないし 2 6 のうちいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、MEMS マイクロフォンが内部に取り付けられたハウジング及びハウジングの製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

小型マイクロホンは MEMS 構造で製造され得る。既知の動作原理は、音によって励振された薄膜と隣接して固定された対極との間の電気容量の計測に存する。

【0003】

概して、MEMS マイクロフォンは、数 100 nm の厚さの、1 つ以上の薄膜を有する数 100  $\mu$ m の厚さの MEMS チップから作られる。通常、薄膜の構造は、基本的に MEMS チップの表面と同一平面に形成される。そして、対向面は薄膜の領域において凹部を有する。この凹部は、マイクロフォンの機能に必要であり、可変の音圧検出の静的基準として使用される、囲まれた背部容積に利用され得る。

40

【0004】

一般的な小型化傾向及びコストの理由から、MEMS チップの表面領域をより小さくすることが求められる。しかしながら、これに関連して、凹部によって達成され得る背部容積の同時減少もあり、薄膜を湾曲させる場合、これが、今度は湾曲を防げ、感度減少及び雑音特性の悪化をもたらす逆圧を増加させる。

【0005】

特許文献 1 から、マイクロホンハウジングは、MEMS 素子として形成されたマイクロフォンが基板上の半導体チップとともに配置されることが知られている。MEMS パッケージは、基板に対向する MEMS 素子を覆う共通のキャップを含む。

50

## 【0006】

しかし、この構造における不都合は、相対的に素子容量が大きいこと及び音響的に使用されるこの容量が小さい部分であることである。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0185812号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

一形態において、本発明は、音響特性及び感度に悪影響を与えることなく、容量を減少したMEMS構造におけるマイクロフォンを有する素子について明記する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明の課題は請求項1に記載のコンタクト素子によって解決される。また、有利には、本発明の素子の製造方法はさらなる従属項に移行して記載される。

## 【0010】

第1の実施形態において、背部容積としてハウジングによって形成された空洞の比較的大きな部分を使用することができるように、MEMSチップが囲まれたハウジング内に取り付けられる素子が提案される。このため、MEMSチップは音流入開口上にハウジング内に配置され、中からこの開口を閉じる。導電性接続を用いて、ハウジング端子と内部とが接続される。導電性接続に対してハウジング内部で、MEMSチップはハウジングと機械的に密着する。音流入開口から離れて面しているハウジング内部において、MEMSチップとハウジング内部壁との間に十分な通路が維持され、MEMSチップの側部でマイクロフォンとハウジングの空洞との接続を利用可能にし、共通の背部容積を形成し得る。

## 【0011】

底部側では、素子が回路基板の上に設置され、機械的に接続され得る方法で、ハウジングはSMTコンタクト(Surface Mounting Technology)を有する。SMTコンタクトは、MEMSチップの中に配置される端子に、両面間接続端子又はビアホールを利用して、ハウジングを貫通して接続される。以下、SMTコンタクトの外側は、実施形態に関わらず底部側として定める。

## 【0012】

音流入開口は、SMTコンタクトに隣接して、又はその間に、底部側に配置され得、そして音流入用の回路基板において対応するビアホールを要する。しかし、音流入開口は、ハウジングの上側にも配置され得る。

## 【0013】

MEMSチップの電気コンタクトが底部側に向き、電気導電性接続を介してSMTコンタクトの近くに存在する端子に接続されるように、MEMSチップがハウジングに配置される場合に有利である。この場合、この側で電気接続が要求されることなく、機械的に親密な接触が、MEMSチップの背面で純粋に機械的に実現され得る。機械的に親密な接触は、例えば、MEMSチップの背面とハウジングとの間に配置される弾性化合物を用いて、実現され得る。弾性化合物は、機械的応力がMEMSチップとハウジングの上側との間に生じ得ないという利点を有する。ここで、弾性化合物は、MEMSチップの側部にあるハウジングの内部容積に残る接続位置には使用されない。

## 【0014】

内部ハウジングの基板上に、MEMSチップは、フリップチップに類似の電氣的接続を用いて、有利に貼り付けられる。この接続は、MEMSチップのコンタクト、上下のハウジングの端子及び適当な中間の導電性接続品の配置を含む。簡単な方法では、これは、はんだ又はスタッドバンプを用いて実現され得る。はんだ付けははんだ材料を用いて実行され、ボンディングはMEMSチップのスタッドバンプを用いて、例えば超音波ボンディン

10

20

30

40

50

グによって、実行され得る。ボンディング及びはんだ付けに加え、導電性の接着剤でMEMSチップを接着することも可能である。なぜならば、マイクロフォンは通電容量及び電気接続の伝導率に対する要求が比較的わずかであるからである。接着剤は異方伝導性に設定され得るので、異なるコンタクトと端子の間の短絡を防ぐために、接着層の構築を必要としない。

#### 【0015】

しかし、電気接続も、圧力コンタクトを用いて、製造され得る。その際、圧力がかかった、電気コンタクトの耐久性は、MEMSチップの向かい側の裏側に弾性的コンタクト圧を保証する弾性層を介して支持され得る。しかし、圧力コンタクトの領域に直接に、導電性の、弾性層から作られる中間層を提供することも可能である。

10

#### 【0016】

コンタクト又は導電性接続も、1つ又は2つの側に溶接された任意の構成の金属構造を用いて、製造され得る。ハウジング内の接続は、コンタクト表面又はパッドであり得る。しかし、接続として直接に導電性材料で満たされたコンタクト（ビア）ホールの内側を向く表面を使用することも可能である。しかし、ビアホール及び端子は互いに一致して配置されず、又は、互いに対して横方向に相殺し、ハウジングの内部表面にストリップ導体によって互いに接続される。

#### 【0017】

他の実施形態では、ハウジングの音流入開口が上を向き、一方、ハウジング床の底部のMEMSチップは、導電性接続を利用して、そこで端子に接続される。ここで、ハウジングの“蓋”とMEMSチップの上向きの裏面を貼り付ける、又は、何か他の方法で強く接続することが可能であるので、接着剤又は接続位置がMEMSチップとハウジングの容積の残りから音流入開口の間で囲まれた部分容積を密封する。下方向を向いているMEMSチップの側部で、そこに形成されている導電接続はハウジングの床に薄膜の十分な間隔を保証し、従って、同時にハウジング容積の残りにMEMSチップの下に位置する部分容積の接続を保証する。MEMSチップと“蓋”との間の封鎖は、そのとき堅くなり得る。

20

#### 【0018】

しかし、この状況とは関係なく、全ての構成において、変更された外圧に基準として用いられる内圧の適応を可能にするために、ハウジングの外周でハウジング内部空間を接続する規定されたボアホールが設けられる。このボアホールは、決定された音響周波数に対し相対的に遅い、約0.01から1.0秒の十分遅い時定数で均圧が実現され得るような大きさとされる。有利に、ボアホールはMEMSチップを介して案内され、例えば、微細構造化技術を用いて生成される。

30

#### 【0019】

有利には、ハウジングは金属材料から製造され、又は少なくとも1つの金属塗装を有する。これは、静電シールドを可能にし、例えば、外部干渉信号のカップリングを防ぐ。

#### 【0020】

1つの実施形態において、ハウジングは、底部及びカバーを有し、下部では空洞を規定する凹部が設けられる。カバーはその時、表面に取り付けられた平面材料及び特に薄片から作られ得る。

40

#### 【0021】

有利に、金属薄片又はプラスチック薄片はカバーとして使用され得る。特に、音流入開口はカバーの中に構築される。この開口は、例えば、カバーに打ち付けられ得る。さらに、カバーとしての金属薄片は、はんだ付けされ、溶接され、あるいは、金属の又は金属塗装された底部にボンディングされ得るという利点を有する。しかし、底部にカバーを貼り付けることも可能である。

#### 【0022】

音流入開口は十分な領域のたった一つの開口部を含み得る。この領域に配置されたより小さな複数の開口部を備える領域も含まれ得る。

#### 【0023】

50

さらに、カバーとして全表面領域にわたり孔が開けられた薄片を使用し、例えば、蒸着工程を経て、底部に接続した後にはのみ、音流入開口に必要な小さな開口部を密閉することが可能である。そのような完全に孔が開けられた薄片に、音流入開口の至る所及び底部への結合部でカバーと底部との間の、ハウジングの内側に対して任意に密閉される機械的に固定された接続を実現するために、接着剤又は孔開けを経たシーリング材を蒸着させることも可能である。

#### 【0024】

接着の場合、遮蔽効果を改善するための導電性的方法で、金属又は金属塗装されたカバー及び金属又は金属塗装された底部を互いに接続することもまた有利である。これは、ハウジング側壁に向かうカバーを介して又は導電的接着を介して貫通孔により実現され得る。

10

#### 【0025】

素子の有利な構成において、導電性接続はバネ要素として構成され得る。これらは、弾性的に又は塑性的に変形し得る金属構造を含み得る。これらの金属構造は、第1領域で端子に、第2領域でMEMSチップのコンタクトに取り付けられる。第2領域はハウジング床に開いた空間を有し、この空間は、バネ要素の弾性的変形のため、従って、ハウジング内のMEMSチップのバネ装着のための空間として使用され得る。

#### 【0026】

バネ要素は、MEMSチップが素子において弾性的に保たれるという利点を有し、荷重がかかった場合、バネ力はチップにおいて最大効果を有し得、バネ要素は変形に反した振る舞いをする。これは、MEMSチップは基本的に、応力無くハウジング内に取り付けられ、大きすぎる力は、ハウジングの機械的負荷のために、あるいは、熱による歪みのためでもハウジングとチップとの間に生じ得ないことを保証する。

20

#### 【0027】

伸張及び圧縮応力を吸収するために、バネ要素は有利に、曲げられ、あるいは、一以上の空間方向に、一度又は何回か角度を付けられた非線形外形を有し得る。それらは、曲がりくねった外形を有し得、外形に依らず帯状の材料から作られ得、長手方向及び／又は横方向に走るスリットを有し得る。バネ要素は、1以上の屈曲を有する螺旋形状の構造も有し得る。有利に、それらは、導電性接続としての機能を保証するために、金属から構築される。

30

#### 【0028】

ハウジング及び、特に、底部は、十分な機械的安定性を有する任意の材料からも製造され得る。それは、金属、シリコン、ガラス、プラスチック、又はセラミックから製造され得る。凹部を伴ったハウジングの底部は均一の材料で有り得、凹部を伴った1個体で有り得、又は、いくつかの対応して構築された、任意に異なる層から組み立てられ得る。

#### 【0029】

単純な方法では、環状の、囲まれたフレームが、ハウジングの内部容積を囲みながら平面の基板に配置され、又は取り付けられた、凹部を伴った底部が得られる。

#### 【0030】

底部の凹部は、予め形成され得又は例えば、フレームの上記取り付けを経て、その後に生成され得る。基板の材料とは別に、フレームは、例えば、印刷され得るポリマー材料を含み得る。フレームは、セラミック材料又はセラミック及び／又は金属粒子を含み又はそれらで満たされたペーストから製造され得る。フレームも、基板の上に電氣的に生成され得る。レジスト層、レジスト薄片、及び、特に、直接的に構築され得るフォトレジストからフォトリソグラフィカルにフレームを生成することも可能である。レジスト層は、めっきとして、遠心分離、鋳造、浸水、吹きつけを経て、蒸着され得る。有利には、レジスト層も、例えば、ラミネーションを経てドライフィルムとして蒸着され、そして構築され得る。

40

#### 【0031】

ハウジング底部の空洞を定義するためにフレーム構造の取り付けのためのレジスト層の

50

構築は、レーザ切断のような、光技術又は直接構築を経て実現され得る。有利には、フレーム構造は、一方はハウジングのシールドを保証するために、他方ではカバーに取り付けるために金属の連結表面を生成するために、少なくとも内壁に、有利に端又は上向きの連結表面に、金属塗装される。

#### 【0032】

金属化の適用も、バネ要素を生成するために同時に使用され得る。このため、有利に犠牲層は、配置され、そして構築され又は直接、蒸着／構築されるので、それは金属構造がバネ要素を形成するために後に実施され得る。犠牲層の除去の後、犠牲層の上に元々は位置していた金属構造の第2領域は、ハウジング床に対し開いた空間を有する。

#### 【0033】

ハウジングの内部金属化のため及び任意に同時に端子の金属構造を製造するための金属層の蒸着又は生成、導電性接続、及び／又はバネ要素も、いくつかの層又はいくつかの工程を用いて実行され得、異なるハウジング部分に置いては、異なる金属化層又は多重層構造が用いられ得る。

#### 【0034】

有利に、ハウジングは、底部のSMTコンタクト、及び、ハウジングの内部の貫通孔を用いて、これらのコンタクトに接続された端子を有する回路基板を含む。回路基板は、単独層又は多重層構造を有し得、少なくとも1つの誘電層又は半導体層、特に、シリコン、プラスチック又はセラミックを含む。回路基板もラミネートされた回路基板であり得る。

#### 【0035】

予め形成された凹部を備える底部もMID (Molded Interconnect Device) の部分であり得る。原則として、必然的に基板として回路基板を使用し、完全なハウジング用の凹部を既に有する第2のキャップ型の上部に空洞を接続することも可能である。

#### 【0036】

素子の製造方法を含む本発明の実施形態は、実施形態及び関連した図を参照に以下により詳しく説明される。これらは、単に概略的に示され、実測ではないので、絶対的又は相対的な寸法の情報や大きさの関係はこれらの図から推測することはできない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0037】

【図1A】 上部に音流入開口を備える素子を示す概略断面図である。

【図1B】 上部に音流入開口を備える素子を示す概略断面図である。

【図2A】 底部に音流入開口を備える素子を示す。

【図2B】 底部に音流入開口を備える素子を示す。

【図3A】 電氣的接続を生成する異なる方法を示す。

【図3B】 電氣的接続を生成する異なる方法を示す。

【図3C】 電氣的接続を生成する異なる方法を示す。

【図4A】 2つの部分のハウジングの異なるカバーを示す。

【図4B】 2つの部分のハウジングの異なるカバーを示す。

【図4C】 2つの部分のハウジングの異なるカバーを示す。

【図4D】 2つの部分のハウジングの異なるカバーを示す。

【図4E】 2つの部分のハウジングの異なるカバーを示す。

【図5A】 電気接続がバネ要素として構成された素子の製造を示す。

【図5B】 電気接続がバネ要素として構成された素子の製造を示す。

【図5C】 電気接続がバネ要素として構成された素子の製造を示す。

【図5D】 電気接続がバネ要素として構成された素子の製造を示す。

【図5E】 電気接続がバネ要素として構成された素子の製造を示す。

【図6】 ハウジングにおける内部を金属化した素子を示す。

【図7】 多層基板を備える素子を示す。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0038】

図1は上側に音流入開口OEを有する素子の2つの実施形態を示す。SMTコンタクトKが配置される(外)側に対向して位置する側は、素子の上面と見なされる。MEMSチップCH自体は、固形物から処理され、例えば薄膜技術を用いて、(図にのみ示された)薄膜も含む層が蒸着された、基板から一般的に作られる。薄膜の下、MEMSチップCHの基板は、薄膜の自由振動を可能にするために、又はマイクロフォンの機能として音響的な背部容積を提供するために、凹部を有する。

#### 【0039】

図1Aは、薄膜を有する上側において、MEMSチップは、導電性接続ECを用いて、(図1Aに図示しない)ハウジングの上部内側に配置された端子に接続される。底部側において、MEMSチップは機械的に密着してハウジングGの底部内側に接続され、圧力接

10

#### 【0040】

薄膜の下に、薄膜とハウジングの底部側との間に囲まれ、MEMSチップの凹部に対応する空間は背部容積として役目を果たす全容積の第1の部分容積TV1を形成する。第2の部分容積TV2は、このチップとハウジングGとの間のMEMSチップCHの側部にある空間によって作られる。

#### 【0041】

共通の背部容積として使用されるために、2つの部分容積TV1とTV2は、例えばMEMSチップの底部側に予め形成された、又はMEMSチップの底部側とハウジングGとの間にある1つ以上の通路を用いて、接続される。

20

#### 【0042】

音流入開口OEの上の内側に位置するMEMSチップを介して、第2の部分容積TV2は、音流入開口OEに対して密閉される。これはリング形状で例えばMEMSチップの上側に蒸着され、ハウジングGの上部内側に対してこのチップを密封するシーリング材によって実現され得る。

#### 【0043】

図1Aに示されていない実施形態において、MEMSチップは、実際はハウジングG内の同じ方向に配置されるが、導電性接続を利用して、ハウジングの底部内側の端子にその底部側で接続される。これは、対応するコンタクトがMEMSチップの底部側に設けられ、これらのコンタクトがMEMS素子の電氣的部分に適切なラインを用いて、例えば、MEMSチップを通るビアホールを介して、接続される場合に可能である。この場合、音流入開口OEを囲むシール、例えば接着剤、特にシリコンラバーは、MEMSチップの上側とハウジングの上部内側との間に設けられる。

30

#### 【0044】

図1Bはより簡単な製造方法によりそれ自体を区別する、改良された実施形態を示す。ここで、MEMSチップは、はじめにヘッドが取り付けられるので、薄膜側と共にハウジング底部側に向いている。これは、一般的に、薄膜側に配置されたMEMSチップの電氣的接続は、ハウジングGの外側のSMTコンタクトの向かい側に直接配置されるという利点を有する。ハウジングGの底部内側の(図示しない)端子への導電性接続ECを利用して、簡単に、同時に、MEMSチップと端子との機械的接続及び電氣的接続に使用されるフリップチップのような接続が製造され得る。図1Aにおいて、電氣的接続はSMTコンタクトから離れて配置され、SMTコンタクトKに追加のストリップ導体を用いて接続されなければならない、これは図1Bの実施形態において排除され得、直接、向かい合う接続が生成され得る。貫通孔は内側の端子と外側のSMTコンタクトKとの間に設けられ得る。

40

#### 【0045】

図2はハウジングの底部に音流入開口OEを有する素子の実施形態を示す。図2Aは、薄膜を有するMEMSチップが上に向いている実施形態を示す。導電性接続ECはハウジングの上部内側に向かって、MEMSチップの上部側に示されるように実行され得、そこ

50

に端子が設けられる。しかし、SMTコンタクトKと正反対の方向の底部側において導電性接続を提供することも可能であり、そこでは、MEMSチップの底部側において、電気的部分及び特に薄膜と接触する対応するコンタクトがある。

【0046】

図2Aの実施形態において、ハウジングの底部内側に位置するMEMSチップは音流入開口OEを密閉する。第1の部分容積TV1はハウジングの上部内側と薄膜との間に配置され、例えば導電性接続間の通路を利用して、チップとハウジングの側壁との間にある第2の部分容積TV2に接続される。部分容積TV1及びTV2の両方は背部容積を形成する。

【0047】

図2Bは、MEMSチップの薄膜側だけが下方向を向いている、類似する配置を示す。ここで、音流入開口はMEMSチップによって閉じられ、それは、導電性接続によって、又は追加の密閉層によって保証される。第1及び第2の部分容積TV1、TV2は、MEMSチップの上側とハウジングの内壁との間に配置された両面間接続端子によって互いに接続される。

【0048】

図3は、導電性接続を利用して、ハウジングにMEMSチップを接続する異なる実現性を示す。これらは図1Bの配置に示される。しかし、これらの異なる導電性接続を図1及び図2に示す他の実施形態と関連して使用することも可能である。

【0049】

図3Aにおいて、電気接続はバンプBU又は類似の構造として構築される。それは、はんだバンプ、スタッドバンプ、又は何か他の方法で製造され、チップがコンタクトと接着され又ははんだづけされる金属ポスト構造であり得る。バンプBUは、ハウジングの底部内側に配置されたハウジングの電気端子にMEMSチップCHの（図示しない）コンタクトを接続する。バンプ又は端子を外側のSMTコンタクトKに接続するビアホールDKもここに示される。

【0050】

図3Bにおいて、導電性接続は導電層、例えば接着層KLを利用して構築される。接着層KLは2つのコンタクトの間の短絡を防ぐように構造化され、又は、平面伝導が実際は接着層内では起きず、接着層を介して垂直方向のみの電気伝導が存在する異方導電性の接着層として形成され得る。

【0051】

図3Cにおいて、各導電性接続は、バネ要素Eとして構築される。これはハウジングE内のMEMSチップCHの弾性連結を保証する。取り付けられた場合、チップはバネ要素に圧力をかけて取り付けられ得、MEMSチップに作用するバイアス張力が設定され得る。

【0052】

図4Aは、音流入開口OEを備えるハウジングカバーが構築される方法のいくつかの実現性を示す。ここで、示されたカバーは、図1Bの構成のみに示されているが、図1及び図3の構成のすべてと互換性があるように適用する。

【0053】

図4Aは、中央の音流入開口OEを有する薄片として構築されたカバーABを示す。このカバーは、MEMSチップCHの上の中心に配置されるように位置を合わされ、ハウジングの第2部分容積に対してこのカバーで密閉される。カバーABは、ハウジングの内部空間を定義する少なくとも1つの凹部を有する底部ハウジング部UT上に位置する。

【0054】

図4Bにおいて、カバーABは、開口領域OBにおいて、音流入開口OEをともに形成するより小さい多数の開口部を有する。開口部は、押し抜かれ、掘られ、レーザを当てられ、又はエッチングされ得る。開口部の好適製造方法は、特に金属薄片又は金属で塗装されたプラスチック薄片であるカバーABの材料から得られる。

10

20

30

40

50

## 【0055】

図4Cは、カバーが連続した有孔薄片から作られた場合の実施形態を示す。開口領域OBに当たらない開口部は、部分的に、例えば薄片の上部で蒸着された密閉層ADにより密閉される。この密閉層ADをカバーの底部側に蒸着すること、及び、例えば、ハウジングGの底部UT及びMEMSチップCHの上部側にカバーABを接続するために同時にそれを使用することも可能である。

## 【0056】

図4Dは、接続層VSを利用して、MEMSチップの上側及びハウジングGの底部に接続されるカバーを示す。

## 【0057】

接続層VSは、有利に弾性層であり、特に、カバーによってハウジングを十分固く閉鎖することができ、特に第2の音流入開口に対して第2の部分容積TV2を閉鎖することができる弾性接着層である。接続層VSは、開口領域OBに対応しない領域において、カバーABの底部側の大きな表面領域にわたり蒸着され得る。しかし、接続層VSを、底部UT又はカバーABのどちらかの、カバーと底部の間の連結部に排他的に蒸着することも可能である。

## 【0058】

図4Eは、全表面にわたり孔を有するカバーを使用した場合の他の実施形態を示す。穿孔は、小さな開口部が、カバーの機械的安定性を危険にさらさないように密集して配置されるように実施される。この有孔カバー層は、製造中にMEMSチップの底部にはじめに配置され得る。そして、接続材料、及び、特に接着剤は、連結及び密閉されるべき接続領域VBの上に部分的にカバーの上部側から蒸着される。なぜなら、それらは開口領域OBに配置されておらず、穿孔の開口部を介して押されるからであり、そのためこれらは閉じられる。機械的に安定で十分に密閉された接続層は、穿孔の底部側に現れる接続材料を介して生成される。

## 【0059】

図5は、例として、異なる製造工程に関して、バネ要素FEとして形成された導電性の接続がハウジング内でどのように生成され得るかを示す。図5Aは、開始点として、基板BP及びフレーム構造RSを個々に含むハウジングの底部を示す。基板は、底部側に、ビアホールDKを利用して底部分の内側に端子と接続されるSMTコンタクトKを有する。ここに示すように、上部側、すなわち、内部空間の方向を向くビアホールDKの表面は端子として使用される。

## 【0060】

フレーム構造RS及び基板BPは同じ又は異なる材料から製造され得る。有利には、基板は、フレーム構造が、例えば、印刷、フォトリソグラフィ、或いは流電的(galvanic)蒸着又は、構造生成に適した何らかの方法によって、蒸着される回路基板である。

## 【0061】

次の工程では、犠牲層OSは、底部の内側において蒸着され構造化される。底部の下端子は構造化のためにさらされる場合に十分である。図5Bは、構造化された犠牲層OSを備える装置を示す。

## 【0062】

次の工程では、底部の内部において、金属化は、金属構造MSが電氣的に互いに離れて、端子にそれぞれ接続され、構造化された犠牲層OSの表面の他の構造領域に配置されるように、蒸着され構造化される。金属構造MSは、いくつかの空間方向に得られるバネ要素の後の弾性的変形を保証するために、直線的に広がり得、しかし、有利に曲げられ又は任意に何度か角度をつけられる。第1及び第2の終端が基板又は底部の内側であるが間の中央領域は犠牲層OSの上を伸びる、端子の上に直接位置するブリッジのような構造として金属構造MSを構築することも可能である。図5Cは、例として、構造化された金属構造MSを有する装置を示す。

## 【0063】

次の工程では、MEMSチップは底部UTに挿入され、金属構造 $M_S$ に導電的な方法で接続される。これは、はんだ付け、ボンディング、溶接、又は接着によって実現され得る。図5Dは、このようにして、金属構造に、電氣的及び機械的に接続されたMEMSチップの例示的構造を示す。

#### 【0064】

次の工程では、構造化された犠牲層OSは取り除かれるので、犠牲層に位置する金属構造の部分は基板BPの上部側の空いた空間に残り、すなわち、金属構造のより高い部位と基板との間のフリースペースFRを作り出す。

#### 【0065】

犠牲層は、犠牲層の材料に適した単純な方法で取り除かれ得る。

10

#### 【0066】

特に単純な構成は、熱分解され得る材料、特に、例えば、熱工程において気体の分解生成物に完全に变化し得る $300^{\circ}\text{C}$ 以下の中温で既に分解されているポリマーを使用する。しかし、犠牲層OSを選択的な工程で液体相に分解し、そして取り除くことも可能である。図5Eは、犠牲層を取り除いた後の配置を示す。

#### 【0067】

しかし、原則として、金属構造 $M_S$ の製造の後に直接的に犠牲層を取り除くことも可能である。なぜなら、犠牲層を除去した後にバネ要素FEとなる金属構造を有するMEMSチップCHの電氣的及び機械的接続は、バネ要素のバネ機能を失うことなく、取り付け、ボンディングし、又は接着するために、基板BPの上部側に対してバネ要素が任意に押され得る単純な方法で可能であるからであり、従ってバネ力はフリースペースFRを有する元の配置の作り直しをもたらす。

20

#### 【0068】

図6は、他の内部金属化 $M_I$ が底部ハウジング部UTの側内壁に、結果としてフレーム構造の内壁に、配置される方法の可能な構成を示す。この内部金属化 $M_I$ は後部バネ構造のための金属構造 $M_S$ と同時に生成され得る。フレーム構造RSの上端にフレーム金属化 $M_R$ を同時に生成すること、又は全面にわたり蒸着された金属層の構造化のためにフレーム金属化 $M_R$ を放置しておくのも都合がよい。内部金属化 $M_I$ はMEMSチップをシールドするために使用され、一方、フレーム金属化 $M_R$ はより簡単に、金属の又は金属塗装のカバーABのボンディング、溶接、又は、はんだ付けを可能にする。

30

#### 【0069】

図7は、カバーABがMEMSチップの上部側及びフレーム金属化 $M_R$ に接続された装置を示す。さらに、ここでのハウジングは、ハウジングの底部に使用され得る多層基板BPを有する。図7には、2つの誘電層を有する基板と間に埋め込まれた金属構造が示される。ハウジングに配置された端子は、層をそれぞれ貫通した2つのビアホールを利用して互いに接続され、内部金属化平面はSMTコンタクトKに接続される。

#### 【0070】

内部金属化 $M_I$ の両方、フレーム金属化 $M_R$ 、及び金属化構造 $M_S$ の製造に適する例示的な金属化Mは以下のように製造され得る。はじめに、例えば50ナノメートルのTiと200ナノメートルのCuとから成る接着層は、例えば、塗装される全表面にスパッタをすることにより、蒸着される。さらに、構造化のために、フォトレジストはそのとき、例えば、スプレイ塗装を利用して、又はドライレジストフィルムのラミネーションによって、蒸着される。ここで、フォトラッカー又はドライレジストフィルムは凹部及び犠牲層の地形に従う。これは、例えば、空洞のない蒸着を支持する減圧積層法によって達成され得る。

40

#### 【0071】

フォトレジストの露出はマスクを伴って実施され得る。大きな表面領域、例えばセラミックから作られる基板のような、ひずみの無い自由基板はスキャン装置を用いて、特にレーザラミネータで露出され得る。陰性のフォトレジストは特に有利であり、なぜなら、垂直側面、すなわちフレームストラクチャRSの内壁は露出をする必要が無いからである。このようにして、流電的(galvanic)方法において、追加の金属蒸着の、覆われていない

50

領域を利用可能にするレジスト構造が生成され得る。しかし、レーザを用いた露出によって、任意に傾斜した内壁にレジスト構造及び金属構造を配置することも可能である。

#### 【0072】

連続する流電 (galvanic) 工程において、金属構造  $M_S$ 、内部金属化  $M_I$ 、及びフレーム金属化  $M_R$  はフォトリソによって覆われていない領域において、流電的に (galvanically) 蒸着される。有利には、この工程において、銅、ニッケル、又はクロムは、2つの合計で  $50\text{ }\mu\text{m}$  までの厚さで蒸着される。金属化は、例えば、酸化保護 (金又はパラジウム層を利用)、ボンディング能力 (例えば、ニッケル又は金層を利用)、はんだぬれ (例えば、金、パラジウム、又は銀層を利用)、又は、はんだ除去 (例えば、チタン、クロム、又はアルミニウム層を利用) に使用される他の選択的に蒸着された層も含み得る。これらの追加層はレジスト構造の除去の前後に生成され得る。

10

#### 【0073】

MEMSチップの備え付け、又は電気機械的接続は、セラミックボンディング方法の金スタッドバンプを用いて、金属構造  $M_S$  又は露出したバネ要素  $FE$  の上に実現され得る。異なる金属化層の流電 (galvanic) 生成のために、最後の工程では、露出した薄い接着層が、犠牲層の除去の後にエッチングもされる。

#### 【0074】

金属化層の製造には、多数の実施形態が可能である。例えば、金属構造は、大きな表面領域の、配置された金属層の構造化によってもエッチングされ得る。特に、プラスチック表面における金属塗装のために設けられる領域を活性化すること、そして湿式化学金属化を実現することも可能である。このため、MID (Molded Interconnect Device) 技術が提案される。

20

#### 【0075】

全ての実施形態において、ハウジングの寸法は十分に大きな背部容積が利用可能なように、実現される。上部に音流入開口を有する実施形態において、サイズは、MEMSチップから力を受けない内部容積の少なくとも75%は音響背部容積として利用可能であるように、選択される。

#### 【0076】

本発明の実施形態によると、最小全長における音響マイクロフォン機能のための最適化した背部容積を保証する、カプセル化したMEMSマイクロホンが明記される。ハウジングの基板領域は最小化され、カプセル化されたMEMSマイクロフォンチップの既知の実施形態よりも小さい。

30

#### 【0077】

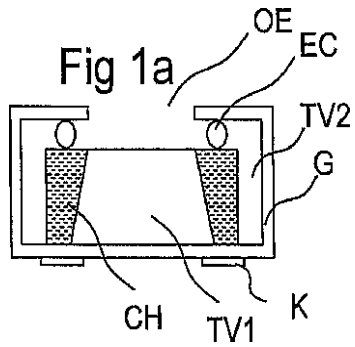
提案された素子及び製造方法によると、ハウジングGにおける応力無しにMEMSチップCHを取り付けることも可能であり、それは、温度変化による、素子における機械的負荷、又は負担のための、基本的に劣化しないマイクロフォン機能を保証する。ハウジングは、この目的に使用される材料及び正確な幾何学的な形状に関して、任意に変化し得る。底部、フレーム構造、及びカバーにおいて、同じ、又は異なる材料が使用され得る。しかし、有利には、少なくとも基板は、異なる端子とSMTコンタクトを互いに分離 (絶縁) するために、誘電材料の層を含む。

40

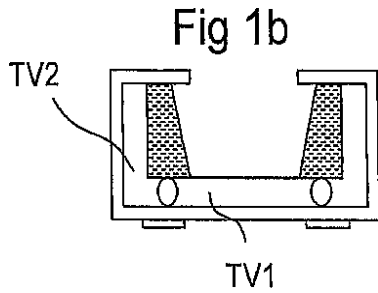
#### 【0078】

素子において、異なる原理により任意に機能する、マイクロフォン機能を有する任意数MEMSチップが使用され得る。好ましくは、薄膜を備えるMEMSチップは使用される。しかし、原則は、異なる方法で構築、又は実現されたマイクロフォンの機能を備えるMEMSチップを使用することも可能である。凹部の上に薄膜を備えたそれらは、図示するように、結晶軸指向のエッチングによりまたは単に等方性エッチングにより自動的に実現される円柱型の凹部を有する。原則は、MEMSチップに対し垂直又は異なる側に構築された壁には凹部が適しており、それは、空いた表面領域に関して、素子の表面領域のさらなる減少を要求することができる。

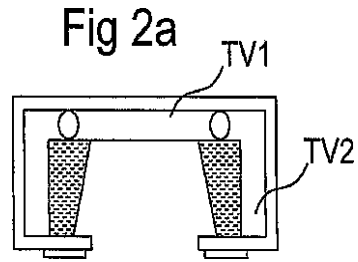
【図 1 a】



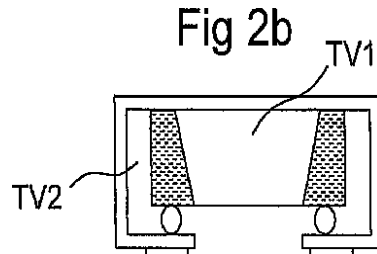
【図 1 b】



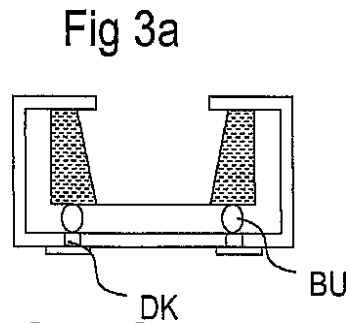
【図 2 a】



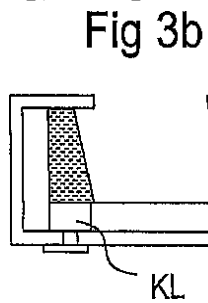
【図 2 b】



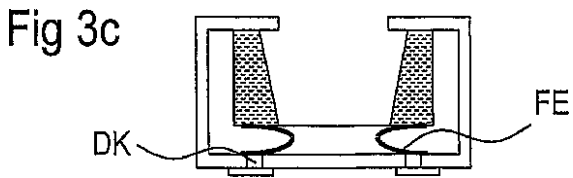
【図 3 a】



【図 3 b】



【図 3 c】



【図 4 a - b】

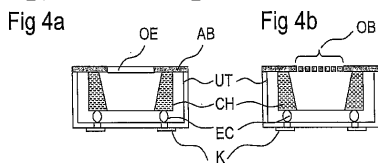
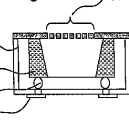


Fig 4b



【図 4 c - d】

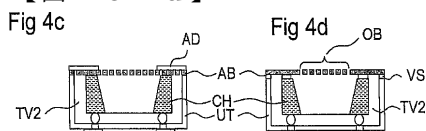
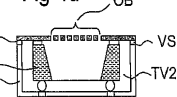
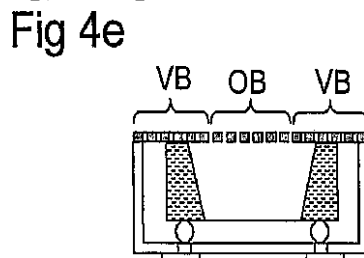


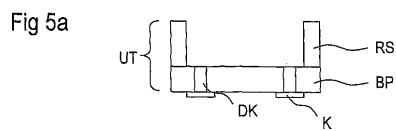
Fig 4d



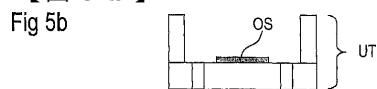
【図 4 e】



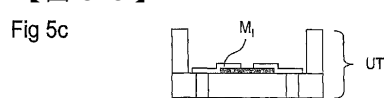
【図 5 a】



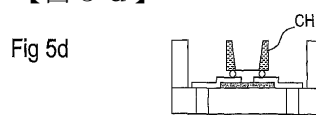
【図 5 b】



【図 5 c】

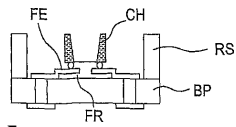


【図 5 d】



【図 5 e】

Fig 5e



【図 6 - 7】

Fig 6

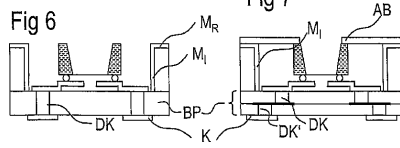
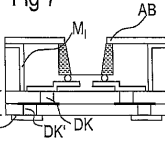


Fig 7



---

フロントページの続き

(74)代理人 100123342

弁理士 中村 承平

(72)発明者 パウル、ヴォルフガング

ドイツ連邦共和国、80336 ミュンヘン、ババリアリング 41

審査官 大野 弘

(56)参考文献 特開2004-072368 (JP, A)

特開昭51-131315 (JP, A)

特開平02-149199 (JP, A)

特開2006-153804 (JP, A)

国際公開第2006/023016 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 31/00

H01L 29/84

H04R 1/02

H04R 1/06

H04R 19/04