

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/051703

発行日 令和1年7月25日 (2019.7.25)

(43) 国際公開日 平成30年3月22日 (2018.3.22)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
<b>GO1L</b>	<b>5/16</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1L 5/16	2F049
<b>GO1L</b>	<b>1/22</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1L 1/22	D 2F051
<b>HO1L</b>	<b>29/84</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L 29/84	B 3C081
<b>B81B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B81B 3/00	4M112
<b>B81C</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B81C 3/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

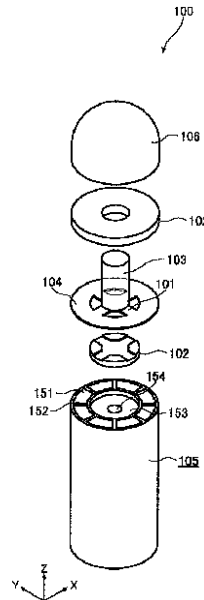
出願番号	特願2018-539577 (P2018-539577)	(71) 出願人	504150450 国立大学法人神戸大学 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1
(21) 国際出願番号	PCT/JP2017/029290	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(22) 国際出願日	平成29年8月14日 (2017.8.14)	(72) 発明者	磯野 吉正 日本国兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 国立大学法人神戸大学内
(31) 優先権主張番号	特願2016-179650 (P2016-179650)	Fターム(参考)	2F049 BA13 CA07 CA08 2F051 AA10 AA17 AB10 BA07 DA05 3C081 AA01 AA11 BA03 BA04 BA22 BA32 BA42 BA44 BA48 BA55 BA77 CA02 CA14 CA23 DA04 DA10 EA03
(32) 優先日	平成28年9月14日 (2016.9.14)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カセンサ、および、カセンサの製造方法

(57) 【要約】

MEMSとしてのカセンサ(100)であって、半導体からなる基礎部材(110)の表層の一部に素子部(111)が設けられる検出部(101)が円周上に並んで複数配置され、検出部(101)を両面から挟んだ状態で配置される樹脂製の弾性部(102)と、検出部(101)が配置される円周の中央部において検出部(101)の一端部にそれぞれ接続され、弾性部(102)から突出する位置にまで延在する探針部(103)とを備えるカセンサ(100)。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサであって、

半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が設けられる検出部が円周上に並んで複数配置され、

前記検出部を挟んだ状態で配置される樹脂製の弾性部と、

前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続され、前記弾性部から突出する位置にまで延在する探針部とを備える力センサ。

10

## 【請求項 2】

前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部と、

前記探針部の反対側において、前記保持部に接続される端子部とをさらに備え、

前記端子部は、

前記検出部と対向する部分に前記弾性部を収容する凹部と、前記凹部に連通する貫通孔とを備える

請求項 1 に記載の力センサ。

## 【請求項 3】

前記検出部において、前記素子部は、前記探針部の反対側に配置される請求項 1 または 2 に記載の力センサ。

20

## 【請求項 4】

前記探針部に取り付けられ、前記探針部を覆うカバーをさらに備える

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の力センサ。

## 【請求項 5】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサの製造方法であって、

半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が円周上に並んで複数配置される検出部を成形し、

前記基礎部材において、隣り合う前記検出部の間に厚さ方向に貫通する分割孔を成形し、

30

前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続される突出状の探針部を成形し、

前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部に対し、前記探針部の反対側から端子部を電氣的、かつ、機械的に接続し、

前記端子部の前記検出部と対向する部分に設けられる凹部に、前記凹部に連通する貫通孔を用いて樹脂を前記凹部に充填し、さらに、前記分割孔を通して前記検出部を挟んだ状態となるように前記樹脂を配置し、前記樹脂を硬化させて弾性部を成形する

力センサの製造方法。

## 【請求項 6】

樹脂を前記凹部に充填する前に、前記樹脂の流れを規制するカバーを前記探針部に取り付ける

請求項 5 に記載の力センサの製造方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、加えられた力の大きさや方向などを検出する力センサ、および、力センサの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

従来、ロボットハンドの表面など比較的大きな機械要素へ実装される触覚センサが存在している。このような触覚センサは、ロボットハンドの表面に広く分布させる必要があるため、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) により小型化が図られている。

【0003】

例えば特許文献1に記載の触覚センサは、1つの素子で3軸方向の力を検出することができるセンサであり、一辺が0.5mm程度の矩形の基板上に形成されている。また、このような触覚センサは、検出範囲が比較的狭く、かつ、比較的強い力を検出するものである。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-87131号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、例えば外科手術などに用いられる低侵襲医療用カテーテルのガイドワイヤ先端は、直径が0.3mm~0.5mmの半球形状をしており、これに従前の触覚センサを実装することはほぼ不可能であった。

【0006】

20

また、極小の力まで検出でき、かつ、広い検出範囲実現し、かつ、1つの素子で3軸方向の力を検出することは、従前の触覚センサでは困難であった。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、微小な部分に取り付け可能であり、広い検出範囲で極小の力まで三次元的に検出することのできる力センサ、および、力センサの製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明にかかる力センサは、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサであって、半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が設けられる検出部が円周上に並んで複数配置され、前記検出部を挟んだ状態で配置される樹脂製の弾性部と、前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続され、前記弾性部から突出する位置にまで延在する探針部とを備えることを特徴とする。

30

【0009】

これによれば、突出状態で検出部の一端部に接続されている探針部に弾性部を介さずに直接力が加えられると、検出部がひずみ、そのひずみ量に応じて複数の素子部から信号を取得することが可能となる。従って、検出部を小型化、薄型化すると非常に小さな力まで検出することが可能となる。一方、検出部は、弾性部によって挟まれているため小型化された検出部の構造的強度を補うことができ、強い力が探針部に加えられた場合でも検出部が破壊されることを抑制できる。さらに、探針部に加えられた力に対する検出部のひずみ量を弾性部の弾性力により調整することが可能となるため、力の検出範囲を広くすることが可能となる。

40

【0010】

また、前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部と、前記探針部の反対側において、前記保持部に接続される端子部とをさらに備え、前記端子部は、前記検出部と対向する部分に前記弾性部を収容する凹部と、前記凹部に連通する貫通孔とを備えてもよい。

【0011】

これによれば、探針部の突出方向に沿って探針部の反対側から信号を端子部を介して取

50

り出すことができるため、信号伝送用の配線が邪魔になることなくワイヤーなどの細い部材の先端に力センサを取り付けることが可能となる。

【0012】

また、前記検出部において、前記素子部は、前記探針部の反対側に配置されても構わない。

【0013】

これにより、探針部を検出部に別途取り付けることなく検出部と探針部とを一体に成型することができ、製造誤差の発生を抑制することが可能となる。

【0014】

また、前記探針部に取り付けられ、前記探針部を覆うカバーをさらに備えてもよい。

10

【0015】

これによれば、探針部を覆うことで、生体適合性など化学的な性質を探針部に付加することが可能となる。また、鋭利な探針部を覆うことで測定対象物を傷付けることなどを防止することができる。

【0016】

また、上記目的を達成するために本発明に係る力センサの製造方法は、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサの製造方法であって、半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が円周上に並んで複数配置される検出部を成形し、前記基礎部材において、隣り合う前記検出部の間に厚さ方向に貫通する分割孔を成形し、前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続される突出状の探針部を成形し、前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部に対し、前記探針部の反対側から端子部を電氣的、かつ、機械的に接続し、前記端子部の前記検出部と対向する部分に設けられる凹部に、前記凹部に連通する貫通孔を用いて樹脂を前記凹部に充填し、さらに、前記分割孔を通して前記検出部を挟んだ状態となるように前記樹脂を配置し、前記樹脂を硬化させて弾性部を成形することを特徴とする。

20

【0017】

これによれば、ワイヤーなど細い部材の先端に取り付け可能な力センサを容易に製造することが可能となる。

【0018】

また、樹脂を前記凹部に充填する前に、前記樹脂の流れを規制するカバーを前記探針部に取り付けてもよい。

30

【0019】

これによれば、検出部を通過して漏れ出てくる樹脂を、所定の位置で規制することができ、検出部を挟む弾性部の厚さを統一して、製品としての力センサ間の性能を均一化することが可能となる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、広い検出範囲で小さな力まで検出することができる微小な力センサを提供することができ、また、当該力センサを容易に製造することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、力センサを示す斜視図である。

【図2】図2は、力センサを分解した状態で示す斜視図である。

【図3】図3は、検出部を探針部、および、保持部と共に下方から示す斜視図である。

【図4】図4は、力センサの断面図である。

【図5】図5は、図4の断面を45°ずらして示す断面図である。

【図6】図6は、変形例に係る検出部を探針部、および、保持部と共に下方から示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 2 2 】

次に、本発明に係る力センサ、および、力センサの製造方法の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施の形態は、本発明に係る力センサ、および、力センサの製造方法の一例を示したものに過ぎない。従って本発明は、以下の実施の形態を参考に請求の範囲の文言によって範囲が画定されるものであり、以下の実施の形態のみに限定されるものではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、本発明の課題を達成するのに必ずしも必要ではないが、より好ましい形態を構成するものとして説明される。

## 【 0 0 2 3 】

また、図面は、本発明を示すために適宜強調や省略、比率の調整を行った模式的な図となっており、実際の形状や位置関係、比率とは異なる場合がある。

## 【 0 0 2 4 】

図 1 は、力センサを示す斜視図である。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は、力センサを分解した状態で示す斜視図である。

## 【 0 0 2 6 】

これらの図に示すように、力センサ 100 は、フォトリソグラフィなどの微細加工技術を用いて製造され、機械的構造と電気素子的構造とを併せ持ついわゆる MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としてのセンサであって、検出部 101 と、弾性部 102 と、探針部 103 とを備えている。本実施の形態の場合、力センサ 100 は、保持部 104 と、端子部 105 と、カバー 106 とを備えている。

## 【 0 0 2 7 】

図 3 は、検出部を探針部、および、保持部と共に下方から示す斜視図である。

## 【 0 0 2 8 】

同図に示すように、検出部 101 は、半導体からなる基礎部材 110 の表層の一部に素子部 111 が設けられた部材であり、検出部 101 の弾性変形的ひずみを素子部 111 によって電気信号に変更する部分である。また、検出部 101 は、円周上に均等に並んで配置されている。これにより、各検出部 101 の素子部 111 から得られる信号を処理することにより探針部 103 に加えられた力の方向を三次元的に特定することができ、また、力の大きさを取得することが可能となっている。

## 【 0 0 2 9 】

なお、検出部 101 の数は 3 以上であればよく、本実施の形態の場合、力センサ 100 は、検出部 101 を放射状に 4 つ備えている。また、検出部 101 の表面には、隣り合う 2 つの素子部 111 の一端部同士を電氣的に接続するために膜状の配線部材 119 が形成されている。

## 【 0 0 3 0 】

素子部 111 は、検出部 101 のひずみを電気信号に変換することができる素子である。本実施の形態の場合、素子部 111 は、ピエゾ抵抗効果を発揮する部分であり、基礎部材 110 の表層に、基礎部材 110 を構成する元素とは異なる元素（不純物）をドーピングすることにより成形される。なお、素子部 111 の成形方法は、特に限定されるものではなく、不純物を基礎部材 110 の表層に熱拡散させる方法や、イオン注入により不純物を基礎部材 110 に埋め込む方法を例示できる。

## 【 0 0 3 1 】

本実施の形態の場合、素子部 111 は、検出部 101 の幅方向の 2 箇所に帯状に設けられており、それぞれが検出部 101 の一端部から他端部にわたって延在している。これにより、探針部 103 を中心とした放射方向における検出部 101 の歪を主として検出することができるものとなっている。

## 【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

また、複数の検出部 101 は、一枚の半導体基板を微細加工することにより成形されるものであり、複数の検出部 101 が相互に独立してひずみを検出するために、隣り合う検出部 101 の間には、厚さ方向に貫通する分割孔 112 が設けられている。

#### 【0033】

探針部 103 は、複数の検出部 101 が配置される円周の中央部において検出部 101 の一端部にそれぞれ接続された状態で配置される部分である。本実施の形態の場合、探針部 103 は、四つの検出部 101 が配置される平面に対し、垂直に起立した円柱状の部材であり、素子部 111 が設けられている面の反対側に向かって突出している。探針部 103 の長さは特に限定されるものではないが、検出部 101 を挟むように配置される弾性部 102 から突出する（露出する）長さとなっている。また本実施の形態の場合、一枚の半導体基板を微細加工することにより探針部 103 と検出部 101 とを一体に成形するため、探針部 103 の長さは加工前の半導体基板の厚さに依存する。

10

#### 【0034】

保持部 104 は、検出部 101 が配置される円周の外周部において検出部 101 の他端部にそれぞれ接続され、検出部 101 を保持する部分である。本実施の形態の場合、保持部 104 は、四つの検出部 101 が配置される平面内に配置される円環状の部材である。また本実施の形態の場合、一枚の半導体基板を微細加工することにより検出部 101 の基礎部材 110 と保持部 104 とは一体に成形される。

#### 【0035】

また、保持部 104 の表面には、検出部 101 に設けられる素子部 111 の両端部にそれぞれ接続される膜状の電極 141 が成形されている。電極 141 は、素子部 111 で発生した電気信号を外部に導出するための部材である。

20

#### 【0036】

図 4 は、力センサの断面図である。

#### 【0037】

図 5 は、図 4 の断面を 45° ずらして示す断面図である。

#### 【0038】

これらの図に示すように、弾性部 102 は、検出部 101 を素子部 111 が成形されている面、および、探針部 103 が突出している側の面の両面から挟んだ状態で配置される部材であり、弾性を備えた樹脂で成形される部材である。本実施の形態の場合、弾性部 102 は、隣り合う検出部 101 の間に設けられる分割孔 112 を介して一体に成形されている。弾性部 102 の形状や、弾性部 102 を構成する材料は、特に限定されるものではなく、検出する力の大きさや検出範囲によって適宜決定される。つまり、探針部 103 に力が加えられることにより発生する検出部 101 のひずみの量が検出部 101 を挟んで配置される弾性部 102 のヤング率などにより調整される。樹脂としては具体的には、アクリル樹脂、ジメチルポリシロキサンのようなシリコン樹脂、その他エラストマーを例示することができる。

30

#### 【0039】

カバー 106 は、探針部 103 に取り付けられ、探針部 103 を覆う部材である。カバー 106 は、微細加工により成形される比較的鋭利な探針部 103 を覆い、また、生体内部などの特殊な環境から探針部 103 を遮断するものである。カバー 106 の形状や材質は、特に限定されるものではないが、加えられた力を探針部 103 に伝達しうる剛性を備えており、鋭利な部分がないことが好ましい。

40

#### 【0040】

本実施の形態の場合、カバー 106 は、先端がドーム状の砲弾形状であり、少なくとも弾性部 102 よりも高い剛性を備えた樹脂で成形されている。また、カバー 106 は、弾性部 102 の検出部 101 と反対側の面に接触した状態で探針部 103 に取り付けられている。これにより、弾性部 102 の弾性力がカバー 106 に加えられた力に抗することができるため、不本意に大きな力がカバー 106 に加えられた場合でも検出部 101 の破壊を免れることができる。

50

## 【0041】

端子部105は、探針部103の反対側において、保持部104に接続される部材であり、保持部104を介して検出部101や探針部103を機械的に保持すると共に、素子部111で発生する電気信号を探針部103の延在方向に沿って探針部103突出方向と反対向きに導出する部材である。本実施の形態の場合、端子部105は、導電体部151と、絶縁体部152と、凹部153と、貫通孔154とを備えている。

## 【0042】

導電体部151は、保持部104の表面に設けられた電極141と電気的に接続され、素子部111の電気信号を端子部105の反対側の端部まで導く部分である。本実施の形態の場合、素子部111が4箇所配置されているため、導電体部151は、端子部105の内部に円周上に並んで8箇所に配置されている。導電体部151の形状は、特に限定されるものではないが、端子部105と接続される側の形状は、接触面積を広くするため端子部105と同形状となっており、反対側の形状は、ワイヤー状の導線との接続を容易にするため、導電体部151相互の絶縁を維持しつつできる限り面積が大きくなるような形状となっている。

## 【0043】

絶縁体部152は、複数本の導電体部151を相互に導通しない様に保持し、かつ、保持部104を介して検出部101、および、探針部103を先端に保持するための部材である。絶縁体部152の形状は、特に限定されるものではないが、本実施の形態の場合、絶縁体部152の形状は、円環状の保持部104の外径に対応した円筒状あり、保持部104などと同様微細加工技術で成形されている。絶縁体部152の材質も、力センサ100を使用する環境において絶縁体であればよい。本実施の形態の場合、絶縁体部152は、保持部104などと同じシリコン製の半導体基板に基づいて形成されている。

## 【0044】

凹部153は、絶縁体部152の検出部101と対向する端部において、検出部101から遠ざかる方向に窪んだ部分であり、検出部101を挟んで配置される弾性部102の一部を収容する部分である。

## 【0045】

貫通孔154は、絶縁体部152に設けられ、凹部153に連通する孔である。本実施の形態の場合、弾性部102は、貫通孔154を通して充填される樹脂が硬化することにより形成されるものであるため、貫通孔154には弾性部102と同じ樹脂が充填されている。

## 【0046】

本実施の形態に係る力センサ100によれば、検出部101の両面ばかりでなく検出部101の周囲の部分も弾性部102により覆われているため、微細加工によって小さな力でも歪むように成形された検出部101の感度を弾性部102のヤング率により調整し、例えば力の検出範囲を0.01N～5N等の微小な力を含むワイドレンジにすることが可能となる。

## 【0047】

また、大きな外力が働いた場合でも、弾性部102や弾性部102に接触するカバー106により検出部101が保護されているため、検出部101が破壊されることを抑止できる。

## 【0048】

また、端子部105を含む力センサ100全体が細い棒形状（例えば径が500μm以下）となっており、その先端部に探針部103が突出状態で配置されているため、生体内に挿入するカテーテルの先端などにも容易に取り付けることが可能となる。

## 【0049】

また、信号増幅器などに力センサ100を接続するための配線を端子部105を用いることにより検出部101から離れた位置で接続することができるため、力の測定の妨げとなるような配線を探針部103から遠ざけることが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

さらに、複数の検出部 1 0 1 により、加えられる力を三次元的に捉えることができ、1 つのカセンサ 1 0 0 でベクトル情報を取得することが可能となる。

## 【 0 0 5 1 】

つぎに、カセンサ 1 0 0 の製造方法を説明する。

## 【 0 0 5 2 】

カセンサ 1 0 0 は、例えば全体として 5 0 0  $\mu$ m 以下の径、1 0 0 0  $\mu$ m 以下の大きさであり、カセンサ 1 0 0 の製造には半導体デバイスの製造に利用される微細加工技術が用いられる。

## 【 0 0 5 3 】

本実施の形態の場合、検出部 1 0 1 と探針部 1 0 3 と保持部 1 0 4 とを 1 つの半導体基板から形成する。

## 【 0 0 5 4 】

半導体基板は、いわゆる S O I (Silicon on Insulator) と称される基板を用いている。これは、シリコン層の表面に酸化シリコンの薄膜層が形成されている基板である。本実施の形態では、シリコン層の中間部分にも酸化シリコン層が配置される 4 層構造の基板が用いられている。このように離れて配置される酸化シリコンに挟まれるシリコン層の厚さが、検出部 1 0 1、および、保持部 1 0 4 の厚さとなり、当該部分が基礎部材 1 1 0 に該当する。

## 【 0 0 5 5 】

つぎに、このような半導体基板の表面に形成される酸化シリコンの膜に、素子部 1 1 1 を形成するためのパターンをエッチングにより形成する。

## 【 0 0 5 6 】

つぎに、エッチングされてシリコン層の表面が露出した部分にシリコンとは異なる元素 (例えば、ゲルマニウムなど) を充填し、熱により当該元素をシリコン層の表層に拡散させる。これにより、基礎部材 1 1 0 の表層部分にピエゾ抵抗効果を発揮する素子部 1 1 1 が形成される。

## 【 0 0 5 7 】

つぎに、周知の技術を用いて、酸化シリコン層の表面に配線部材 1 1 9 や電極 1 4 1 を形成する。

## 【 0 0 5 8 】

つぎに、例えば反応性プラズマエッチングなどのドライエッチングにより、保持部 1 0 4 や分割孔 1 1 2 を形成する。

## 【 0 0 5 9 】

つぎに、素子部 1 1 1 を形成した面とは反対側からシリコン層の中間に配置される酸化シリコンの層までドーナツ状にエッチングし、探針部 1 0 3 を形成する。従って厳密には、探針部 1 0 3 と検出部 1 0 1 とは、酸化シリコンの層を介して接続されることになる。

## 【 0 0 6 0 】

一方、別の S O I 基板を用い、端子部 1 0 5 を成形する。

## 【 0 0 6 1 】

端子部 1 0 5 の形成に用いられる S O I 基板は、シリコン層の両面に酸化シリコン層が形成された 3 層構造の基板である。

## 【 0 0 6 2 】

当該基板の両側からエッチングを行い (同時にエッチングする必要はない)、導電体部 1 5 1 を充填するための円周上に並んだ貫通孔を複数本 (本実施の形態の場合 8 本) 形成する。また同時に、凹部 1 5 3 も形成する。

## 【 0 0 6 3 】

つぎに、形成された貫通孔に、銅などの導電体を周知の技術を用いて充填する。なお、保持部 1 0 4 に設けられた電極 1 4 1 と導電体部 1 5 1 の端部とは、ウエハーレベル C S P (Wafer level Chip Size Package) 技術を用いて熱圧着により接続するため、電極 1

10

20

30

40

50



41と接続する側の面は面一の部材で封止された状態で、反対側の開口から導電体が充填される。

【0064】

つぎに、中央部分に貫通孔154をエッチングにより形成する。

【0065】

以上により端子部105が形成される。

【0066】

つぎに、端子部105と検出部101とを保持部104を介して接続する。接続方法は、特に限定されるものではないが、上述のウエハーレベルCSP技術が用いられる。

【0067】

つぎに、カバー106を接着剤などを用いて端子部105に取り付ける。

【0068】

つぎに、カバー106と検出部101、および、その周辺に弾性部102を配置する。配置する方法は特に限定されるものではないが、本実施の形態では、熱により可塑化した樹脂を真空吸引により貫通孔154を通じて吸い上げることで、端子部105に設けられた凹部153を樹脂で充填し、さらに分割孔112を通して検出部101とカバー106との間を樹脂で充填することで弾性部102を形成している。

【0069】

以上により、力センサ100が製造される。

【0070】

また、力センサ100は、端子部105の端部に露出している導電体部151にワイヤボンディングを行い、配線処理を行う事で、信号増幅器などに力センサ100を接続することが可能となる。

【0071】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、本明細書において記載した構成要素を任意に組み合わせて、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本発明の実施の形態としてもよい。また、上記実施の形態に対して本発明の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本発明に含まれる。

【0072】

例えば、上記実施の形態では、1つの検出部101に直列接続された2つの素子部111が設けられた場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、図6に示すように、1つの検出部101に1つの素子部111を備えるものでも構わない。

【0073】

また、隣り合う検出部101の間に分割孔112がなく、一枚の作動膜(ダイヤフラム)に複数の検出部101が設けられるものでも構わない。

【0074】

また、検出部101と探針部103とが一体に成形される場合を説明したが、別体の探針部103と検出部101とを接合するものでも構わない。

【0075】

また、端子部105を用いることなく、保持部104に設けられている電極141に直接ワイヤボンディングを実行しても構わない。

【0076】

また、シリコン製の基板に基づき力センサ100を製造する場合を説明したが、微細加工が可能な材質であれば、シリコンに限定されるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0077】

本発明に係る力センサは、例えば低侵襲医療用カテーテルガイドワイヤ、医療用内視鏡、ロボットハンド等に利用可能である。

【符号の説明】

10

20

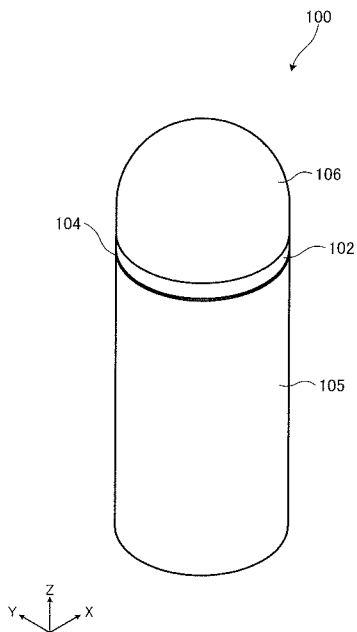
30

40

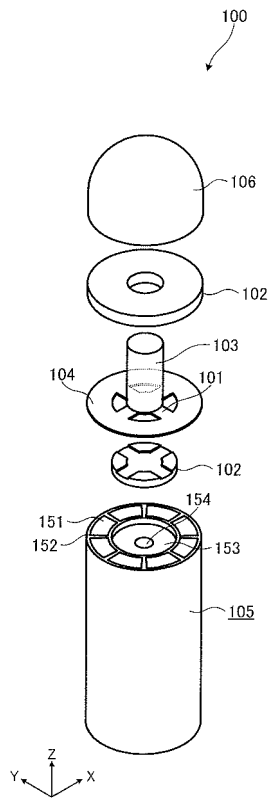
50

- 【 0 0 7 8 】
- 1 0 0 カセンサ
- 1 0 1 検出部
- 1 0 2 弾性部
- 1 0 3 探針部
- 1 0 4 保持部
- 1 0 5 端子部
- 1 0 6 カバー
- 1 1 0 基礎部材
- 1 1 1 素子部
- 1 1 2 分割孔
- 1 1 9 配線部材
- 1 4 1 電極
- 1 5 1 導電体部
- 1 5 2 絶縁体部
- 1 5 3 凹部
- 1 5 4 貫通孔

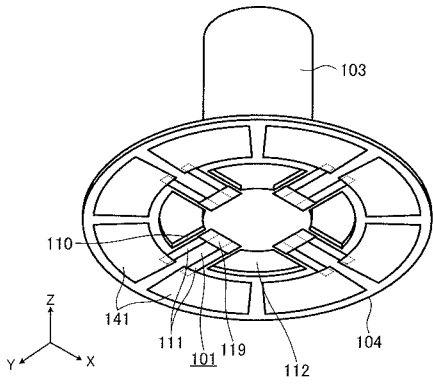
【 図 1 】



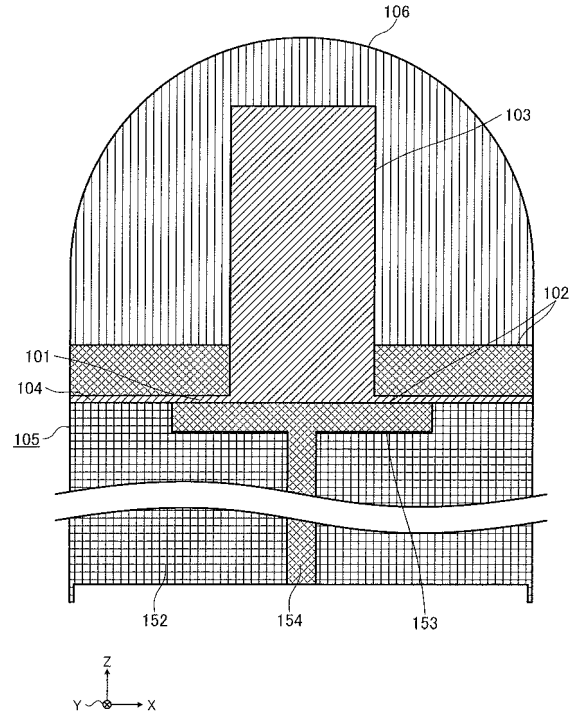
【 図 2 】



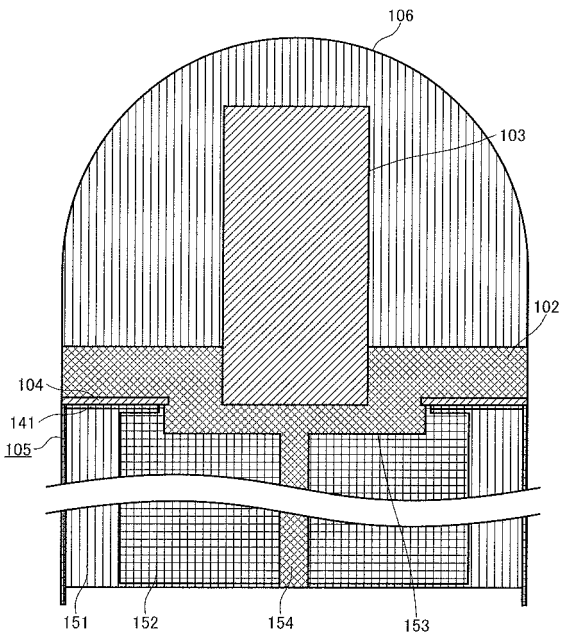
【 図 3 】



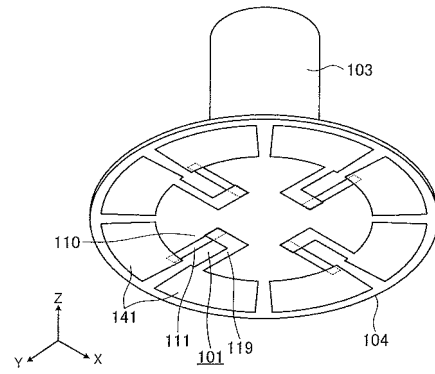
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成30年1月18日(2018.1.18)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサであって、

半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が設けられる検出部が円周上に並んで複数配置され、

前記検出部を挟んだ状態で配置される樹脂製の弾性部と、

前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続され、前記弾性部から突出する位置にまで延在し、前記弾性部を介さずに直接力が加えられる探針部と

を備える力センサ。

## 【請求項2】

前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部と、

前記探針部の反対側において、前記保持部に接続される端子部とをさらに備え、

前記端子部は、

前記検出部と対向する部分に前記弾性部を収容する凹部と、前記凹部に連通する貫通孔とを備える

請求項1に記載の力センサ。

## 【請求項3】

前記検出部において、前記素子部は、前記探針部の反対側に配置される

請求項1または2に記載の力センサ。

## 【請求項4】

前記探針部に取り付けられ、前記探針部を覆うカバーをさらに備える

請求項1～3のいずれか一項に記載の力センサ。

## 【請求項5】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) としての力センサの製造方法であって、

半導体からなる基礎部材の表層の一部に素子部が円周上に並んで複数配置される検出部を成形し、

前記基礎部材において、隣り合う前記検出部の間に厚さ方向に貫通する分割孔を成形し、

前記検出部が配置される円周の中央部において前記検出部の一端部にそれぞれ接続される突出状の探針部を成形し、

前記検出部が配置される円周の外周部において前記検出部の他端部にそれぞれ接続される保持部に対し、前記探針部の反対側から端子部を電氣的、かつ、機械的に接続し、

前記端子部の前記検出部と対向する部分に設けられる凹部に、前記凹部に連通する貫通孔を用いて樹脂を前記凹部に充填し、さらに、前記分割孔を通して前記検出部を挟んだ状態となるように前記樹脂を配置し、前記樹脂を硬化させて弾性部を成形する

力センサの製造方法。

## 【請求項6】

樹脂を前記凹部に充填する前に、前記樹脂の流れを規制するカバーを前記探針部に取り付ける

請求項 5 に記載のカセンサの製造方法。

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2017/029290
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G01L5/16(2006.01)i, G01L1/22(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, H01L29/84  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-275979 A (National Institute of Information and Communications Technology), 12 October 2006 (12.10.2006), paragraphs [0034] to [0037]; fig. 2 to 3 & US 2009/0044639 A1 paragraphs [0048] to [0051]; fig. 2 to 3 & WO 2006/106612 A1	1, 3
Y	JP 2011-169749 A (Advanced Telecommunications Research Institute International), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraph [0016]; fig. 2 (Family: none)	1, 3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 October 2017 (25.10.17)		Date of mailing of the international search report 07 November 2017 (07.11.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029290

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-75925 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 15 March 1990 (15.03.1990), page 3, lower right column, line 14 to page 4, upper left column, line 17; fig. 5 to 6 (Family: none)	3
A	WO 2015/143281 A1 (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE), 24 September 2015 (24.09.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2013/0187201 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG), 25 July 2013 (25.07.2013), entire text; all drawings & CN 103226024 A & DE 102013100673 A1	1-6
A	WO 2003/087750 A1 (K-Tech Devices Corp.), 23 October 2003 (23.10.2003), entire text; all drawings & AU 2003221051 A & JP 4136947 B2	1-6
A	JP 2001-4656 A (NGK Insulators, Ltd.), 12 January 2001 (12.01.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 9 2 9 0	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01L5/16(2006.01)i, G01L1/22(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, H01L29/84			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	JP 2006-275979 A (独立行政法人情報通信研究機構) 2006.10.12, [0034]-[0037], 図 2-3 & US 2009/0044639 A1, [0048]-[0051], FIGS. 2-3 & WO 2006/106612 A1	1, 3	
Y	JP 2011-169749 A (株式会社国際電気通信基礎技術研究所) 2011.09.01, [0016], 図 2 (ファミリーなし)	1, 3	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 25.10.2017		国際調査報告の発送日 07.11.2017	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 岡田 卓弥	2 F 9 2 0 6
		電話番号 03-3581-1101 内線 3216	



国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 2 9 2 9 0
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2-75925 A (工業技術院長) 1990.03.15, 3頁右下欄14行-4頁左上欄17行, 第5-6図 (ファミリーなし)	3
A	WO 2015/143281 A1 (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE) 2015.09.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2013/0187201 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2013.07.25, 全文, 全図 & CN 103226024 A & DE 102013100673 A1	1-6
A	WO 2003/087750 A1 (ケイテックデバイス株式会社) 2003.10.23, 全文, 全図 & AU 2003221051 A & JP 4136947 B2	1-6
A	JP 2001-4656 A (日本碍子株式会社) 2001.01.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 4M112 AA01 CA41 CA49 CA53 DA03 DA10 DA12 DA15 DA18 EA03  
EA06 EA14 FA20 GA01 GA03

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。