



TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て：

- 一 発明者である旨の申立て（規則 4.17(iv)）

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【課題】半導体集積回路を一体集積化した感圧素子の寸法をより小さくすることができ、空間分解能を高めることができる感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法を提供する。【解決手段】フレキシブル配線基板 1 1 と、それぞれ半導体集積回路 2 1 が一体的に集積化された複数の感圧素子 1 2 とを有している。各感圧素子 1 2 は、フレキシブル配線基板 1 1 の一方の表面 1 1 b 側に取り付けられて、フレキシブル配線基板 1 1 の配線に電氣的に接続されている。各感圧素子 1 2 の取付位置に対応するフレキシブル配線基板 1 1 の他方の表面 1 1 c に加えられた圧力を、フレキシブル配線基板 1 1 を介して対応する感圧素子 1 2 により検出可能に構成されている。

明 細 書

発明の名称：感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 介護ロボットや看護ロボットなど、ヒトとの共存が求められる生活支援ロボットの体表面には、操作性、安全確保、およびコミュニケーションのために、リアルタイムでセンシングが可能な高感度触覚センサを高密度で実装する必要がある。また、義手や義足がヒトと同等の触覚を持つためには、同様に高感度、高密度、高時間応答の触覚センサネットワークが必要である。更には、次世代スマートフォンのヒューマンインターフェース、あるいは少量多品種に対応する超精密組立作業を行うロボットアームにも、同等の高機能触覚センサネットワークが要求される。

[0003] 従来、ロボットの胴体、腕、手、指、あるいは義手や義足など複雑な形状をした対象に、高密度で触覚センサを実装するための技術として、曲面に巻きつけることができる柔らかいフレキシブル基板上に複数の感圧素子を実装し、その上を弾性シート部材で覆ったもの（例えば、特許文献1参照）や、2枚の可撓性シート部材の間に複数のひずみゲージを挟み、一方のシート部材から他方のシート部材に向かって複数の突起が形成されたシート積層体から成るもの（例えば、特許文献2参照）が提案されている。しかし、このような、フレキシブル基板上に圧力に応じて出力が変化する感圧素子を2次元配置した触覚センサアレイから、制御部がホストとなって触覚情報を逐次取り出す方式は、センサ数の増加に伴ってサンプリング間隔が長くなり、応答速度が低下してしまうという問題があった。

[0004] そこで、この問題を解決するために、柔らかい高分子フィルム上に格子状に配置した圧力センサと、それぞれのセンサに対応する柔らかい有機TFT駆動回路とから成るアクティブマトリックス方式の触覚センサアレイが提案

され、２次元触覚計測の高速化が図られている（例えば、非特許文献１参照）。しかし、有機ＴＦＴにはＡＤ変換を行うための演算性能が無いため、十分な高速化が達成できていない。

[0005] また、フレキシブル配線基板に圧電式の圧力感知センサとＡ／Ｄ変換器とが搭載され、双方がフレキシブル配線基板を介して配線接続される方式も提案されている（例えば、特許文献３参照）。しかし、感圧センサとＡ／Ｄ変換器が物理的に離れていることに起因する配線経路のノイズが避けられないことや、両者を結ぶ配線本数の制限からデータ処理の高速化に限界があることから、数１００個以上のセンサの実装とリアルタイム（時定数～ミリ秒）の時間分解能とが両立するセンサネットワークの構築は困難であった。更に、センサとＡ／Ｄ変換器とを同時に実装するため、スペースが消費されてロボットへの高密度実装を行うことも困難であった。

[0006] そこで、センサ数と時間分解能とのトレードオフの関係を打開するために、触覚センサと高性能データ処理用の高性能半導体集積回路（ＬＳＩ）とを一体集積化して、閾値を超える触覚を得た時のみ信号を送る機能（イベントドリブン）や、順応に応じてデータを間引きする動作など、ヒトの触覚を模擬することでデータ量を大幅に圧縮し、非同期バス通信により省配線通信を実現する触覚センサネットワークシステムが提案されている（例えば、特許文献４参照）。このシステムでは、感圧センサに半導体集積回路を一体集積化することにより、触覚信号を減衰なく圧縮処理することができ、また感圧センサと半導体集積回路とを別々に配線した場合の問題である配線経路のノイズを最小限に抑制することができる。さらに、ミリ秒以下の時間分解能を持つ数１００個以上のセンサをロボットに実装することができるとともに、センサネットワークの小型化および高密度実装も容易に達成することができる。

[0007] 半導体集積回路を一体集積化した感圧センサをフレキシブル配線基板に電氣的に接続する方法として、従来、半導体集積回路を一体集積化した容量型感圧センサの感圧部（圧力に応じて変位し、その変位量を電氣的信号に変換

する部位)で取得した圧力アナログ信号を、感圧部の直下の半導体集積回路に伝送してデジタル変換および圧縮処理を行い、圧縮信号を半導体集積回路に設けたV字溝の側面配線を介して半導体集積回路の裏面に転送し、半導体集積回路の裏面と電氣的に接続されたフレキシブル配線基板に信号を出力する方法(例えば、特許文献5参照)や、半導体集積回路を薄膜加工して感圧部を兼ねる構成にし、感圧部で取得した圧力アナログ信号を直接デジタル変換および圧縮処理し、半導体集積回路と接合したLTCC(低温焼成積層セラミック)基板の基板貫通配線を介してフレキシブル配線基板に配線を取り出す方法(例えば、特許文献6参照)が提案されている。

[0008] これらの方法のうち貫通配線を利用するものは、例えば、図7に示すように、半導体集積回路51を一体集積化した容量型感圧センサ52が、その感圧部53を外側に向けてフレキシブル配線基板54の表面に実装されており、感圧部53で取得した信号を感圧部53とは反対側の面に伝えるよう設けられた貫通配線55と、その貫通配線55をフレキシブル配線基板54に電氣的に接続するよう設けられた接合バンプ56とを有する構成を成している。なお、感圧部53は、めっきリングバンプ57により半導体集積回路51と電氣的に接続されている。ここで、フレキシブル配線基板とは、3次元形状を有するロボットに実装するために、基体が可撓性を有すると同時に、電氣的配線である金属薄膜も折れ曲がり構造(ミアンダ構造)などの可撓性を有する構成の基板である(以下同じ)。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2007-10383号公報
特許文献2：特開2016-151531号公報
特許文献3：特開2013-178241号公報
特許文献4：特開2012-81554号公報
特許文献5：特開2013-211365号公報
特許文献6：特開2015-87131号公報

非特許文献

- [0010] 非特許文献1: T. Sekitani et al., "Stretchable, Large-area Organic Electronics", Adv. Mater., 2010, vol.22, p.2228-2246

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] しかしながら、特許文献5や6に記載の、半導体集積回路を一体集積化した感圧素子とフレキシブル配線基板との電氣的接続方法やそれを実現する構造では、半導体集積回路に側面配線を設けたり、半導体集積回路と接合したLTCC基板に貫通配線を設けたりするためのスペースが必要であり、半導体集積回路を一体集積化した感圧素子の寸法を小さくするのに限界があるという課題があった。また、これにより、感圧素子の集積度にも限界が生じるため、空間分解能を高めるのが困難であるという課題もあった。
- [0012] 本発明は、このような課題に着目してなされたもので、半導体集積回路を一体集積化した感圧素子の寸法をより小さくすることができ、空間分解能を高めることができる感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 上記目的を達成するために、本発明に係る感圧センサ装置は、フレキシブル配線基板と、それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化され、前記フレキシブル配線基板の一方の表面側に取り付けられて、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続された複数の感圧素子とを有し、各感圧素子の取付位置に対応する前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力を、前記フレキシブル配線基板を介して対応する感圧素子により検出可能に構成されていることを特徴とする。
- [0014] 本発明に係る感圧センサ装置は、フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力を、フレキシブル配線基板を介して、フレキシブル配線基板の一方の表面側に取り付けられた各感圧素子で検出するため、各感圧素子のフ

レキシブル配線基板側で検出した信号を、各感圧素子のフレキシブル配線基板とは反対側の面まで伝えることなく、フレキシブル配線基板の配線に伝えることができる。このため、図7に示す貫通配線55や側面配線が不要であり、貫通配線や側面配線のためのスペースを無くして、半導体集積回路を一体集積化した感圧素子の寸法をより小さくすることができる。また、これにより、感圧素子をより密に実装することができ、空間分解能を高めることができる。

[0015] 本発明に係る感圧センサ装置は、加えられる圧力に対して各感圧素子がフレキシブル配線基板で覆われているため、過大な応力が加えられても、各感圧素子の損傷を防ぐことができる。

[0016] 本発明に係る感圧センサ装置は、フレキシブル配線基板を介しての圧力の検出精度を高めるために、各感圧素子の感圧部をフレキシブル配線基板に向けた状態で、各感圧素子がフレキシブル配線基板に取り付けられていることが好ましい。また、各感圧素子は、それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化された平行平板型の静電容量型センサから成ることが好ましいが、ピエゾ抵抗を用いた歪ゲージ型など他の感圧センサから成っていてもよい。平行平板型の容量型センサから成る場合、各感圧素子の感圧部がダイアフラムから成り、ダイアフラムがフレキシブル配線基板の一方の表面に対向するよう取り付けられていることが好ましい。このような配置では、感圧センサ装置に与えられた圧力は主に感圧部の変位に作用する一方で、感圧素子の基板剛性が高いために、感圧センサ装置の取り付け支持部からの反力による感圧部変位は比較的少ない。

[0017] 本発明に係る感圧センサ装置で、フレキシブル配線基板は、従来の要求項目である曲面への実装のための基体および配線の可撓性や繰り返し収縮時の耐久性だけではなく、他方の表面に受けた圧力を一方の表面側に伝えるときの圧力損失を最小にするための力学的物性も必要となる。すなわち、例えば、接触圧 P に応じた各感圧素子の感圧部の変位量を a としたとき、フレキシブル配線基板の基体の厚さを l 、ヤング率を E_f とすると、フレキシブル配線

基板の基体に同じ接触圧 P が印加された場合のフレキシブル配線基板の変位量 b は、フックの法則から、

$$b = P \times l / E_f \quad (1)$$

となる。

[0018] b が a より十分に大きい場合、接触圧の大部分はフレキシブル配線基板の基体のひずみに消費されるため、感圧部の変位量は制限され、感度は悪くなる。したがって、感圧素子の感圧部の変位量 a は、フレキシブル配線基板の基体の変位量 b の 50% 以上となることが好ましく、2 倍以上であることが特に好ましい。

[0019] 感圧部が円盤状のダイヤフラム構造である場合、その変位量 a は、

$$a = 3 (1 - \nu_d^2) P t^4 / 8 E_d h^3 \quad (2)$$

となる。ここで、 t 、 h はそれぞれダイヤフラムの半径および厚さ、 E_d 、 ν_d はそれぞれダイヤフラムを構成する材料のヤング率およびポワソン比である。したがって、フレキシブル配線基板の基体のヤング率 E_f は、

$$E_f > 16 E_d h^3 l / \{ 3 (1 - \nu_d^2) t^4 \} \quad (3)$$

であることが好ましい。

[0020] 一方、フレキシブル配線基板の基体が固すぎると、印加された接触圧の大部分はフレキシブル配線基板の撓みに消費されるため、やはり感圧部の変位量は制限され、感度は悪くなる。感圧部が円盤状のダイヤフラム構造であり、フレキシブル配線基板の基体が固く、ひずみが無視でき、感圧部に沿って撓む場合、その変位量 b は、

$$b = 3 (1 - \nu_f^2) P t^4 / 8 E_f l^3 \quad (4)$$

となる。ここで、 ν_f はフレキシブル配線基板の基体のポワソン比である。したがって、フレキシブル配線基板の基体のヤング率 E は、

$$E_f < 2 E_d (1 - \nu_f^2) h^3 / \{ (1 - \nu_d^2) l^3 \} \quad (5)$$

であることが好ましい。

[0021] ダイヤフラムがシリコン製で、半径 t が $200 \mu\text{m}$ 、厚さ h が $10 \mu\text{m}$ 、ヤング率 E_d が 130 GPa 、ポワソン比 ν_d が 0.18 であり、フレキシブル

ル配線基板の基体の厚さ l が $25\ \mu\text{m}$ 、ポワソン比 ν_f が 0.2 とすると、フレキシブル配線基板の基体のヤング率 E_f は 10MPa から 16GPa の範囲に限定される。この場合、フレキシブル配線基板の基体として、ヤング率が約 5GPa のポリイミドフィルムや、ヤング率が約 1GPa のPETフィルムは使用できるが、金属フィルムは固すぎ、シリコン樹脂フィルムは柔らかすぎる。耐熱性と強度とを考慮すると、上記の条件の場合、本発明に係る感圧センサ装置のフレキシブル配線基板の基体としてポリイミドが特に適している。

[0022] このように、本発明に係る感圧センサ装置は、フレキシブル配線基板のヤング率と厚さとを最適化して、外部からの圧力に対する各感圧素子の感圧部の変位量とフレキシブル配線基板の変位量とをできるだけ近づけることにより、外部からの圧力がフレキシブル配線基板を通過したときの圧力損失を小さくして感圧部に伝えることができる。

[0023] 本発明に係る感圧センサ装置で、前記半導体集積回路は、各感圧素子の感圧部から出力されたデータを圧縮処理可能に構成されていることが好ましい。この場合、時間分解能を高めることができ、感圧素子の数が増えても高速応答が可能となる。これにより、時間分解能が高い状態で、各感圧素子を高密度で実装することができる。また、圧縮処理により、各感圧素子の感圧部から出力されたデータを、減衰させることなく利用することができる。半導体集積回路は、例えば、閾値を超える触覚を得た時のみ信号を送る機能（イベントドリブン）や、データの間引きなどにより、データを圧縮処理可能であることが好ましい。

[0024] 本発明に係る感圧センサ装置で、フレキシブル配線基板は、単層（片面）配線でも良いが、配線設計の自由度が増すために、両面配線や、少なくとも2つの層に配線を有する多層基板であることが好ましい。なお、多層基板は、ビルドアップ基板技術を用いて製造することができる。

[0025] 本発明に係る感圧センサ装置は、加えられた圧力を効率よく検出し、さらに各感圧素子の破損を防止するために、各感圧素子の取付位置に対応する前

記フレキシブル配線基板の他方の表面にそれぞれ設けられた複数の突起を有していてもよい。各突起は、柔らかすぎると、加えられた圧力が減衰して感圧部まで伝わらず、硬すぎても、加えられた圧力が感圧部の周囲にかかり感圧部に伝わらないため、適切な硬さと形状（構造や厚さ）を有する必要がある。効率よく圧力を伝えるために、各突起に圧力が加えられたときの各突起の変位量と対応する感圧素子の感圧部の変位量との比が、0.2乃至5、好ましくは0.5乃至2であることが好ましい。また、各突起は、円筒状、円錐台状、ドーム状など、いかなる形状であってもよいが、圧力の応答範囲が広がるためドーム状であることが特に好ましい。なお、各突起の寸法が各感圧素子の感圧部の寸法よりも小さい場合には、各突起を金属などの硬い材料で構成しても、感圧部の変形を確保することができる。

[0026] 本発明に係る感圧センサ装置は、それぞれ各感圧素子の感圧部に接触し、フレキシブル配線基板を貫通してフレキシブル配線基板の他方の表面側に突出するよう設けられた複数の突起を有していてもよい。この場合にも、各突起に加えられた圧力を効率よく感圧部まで伝達し、検出することができる。

[0027] 本発明に係る感圧センサ装置は、各感圧素子の感圧部と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との間に、前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力による前記フレキシブル配線基板の変位を、各感圧素子の感圧部に伝達可能に設けられた伝達部材を有することが好ましい。この場合、伝達部材により、フレキシブル配線基板と各感圧素子の感圧部との間の圧力損失を抑制することができる。

[0028] 本発明に係る感圧センサ装置は、各感圧素子の感圧部以外の部分と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との隙間に、ヤング率が100MPa以下、好ましくは10MPa以下の樹脂製の充填材を有していてもよい。この場合、充填材により、フレキシブル配線基板と各感圧素子との間の接着力を向上させるとともに、異物の混入を防止することができ、信頼性を確保することができる。充填材のヤング率が100MPaまたは10MPa以下と小さいため、フレキシブル配線基板に加えられた圧力を感圧部に適切に伝えるこ

とができる。

[0029] 本発明に係る感圧センサ装置は、フレキシブル配線基板や各感圧素子が傷つくのを防ぐために、フレキシブル配線基板の他方の表面が、樹脂製の保護シートで覆われていてもよい。保護シートは、シリコン樹脂などヤング率が低い材料から成ることが好ましい。また、突起を有する場合には、保護シートの突起の上部を覆う部分が相対的に薄く形成されていることが好ましい。これにより、保護シートを介して加えられる圧力が、突起に選択的にかかるため、適切な圧力検出を行うことができる。

[0030] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化された複数の感圧素子を、フレキシブル配線基板の一方の表面側に、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続するよう取り付けるとともに、それぞれの取付位置に対応する前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力を、前記フレキシブル配線基板を介して検出可能に取り付けることを特徴とする。

[0031] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、本発明に係る感圧センサ装置を好適に製造することができる。本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、半導体集積回路（LSI）を一体集積化した各感圧素子に貫通配線や側面配線を設ける必要がないため、貫通配線や側面配線のためのスペースが無い、より小さい寸法の各感圧素子を用いることができる。このため、感圧素子をより密に実装することができ、空間分解能が高い感圧センサ装置を製造することができる。

[0032] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、各感圧素子を、金属を中間体とする接合法により、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続するよう取り付けることが好ましい。この場合、電氣的接続を行いながら、フレキシブル配線基板の基体に熱損傷を与えない比較的低い温度で強固に接合することができる。接合法としては、金や銅などの比較的柔らかい金属を加熱下で圧着する熱圧着接合法や、スズと銅など、低融点金属と高融点金属とを低融点金属の融点以下で接合した後、高融点の金属間化合物を形成して強固

な接合を行うＴＬＰ接合法（Transient liquid phase bonding）、低融点金属を接合材料として用いるハンダ接合法、金とスズあるいはゲルマニウムとアルミなどが形成する共晶を利用する共晶接合法などを適応することができる。

[0033] なお、各感圧素子の接合面に段差があるときには、接合される金属が融解するハンダ接合法やＴＬＰ接合法を用いることが好ましい。この場合、融解金属で段差を平坦化することができる。また、熱圧着接合法を用いる場合でも、めっき法で高いバンプを形成した後、ダイヤモンドバイトなどで表面を切削して平坦化する、あるいは化学機械研磨（CMP）法で表面を平坦化することにより、接合面に段差があっても強固な封止接合を行うことができる。

[0034] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けたとき、前記フレキシブル配線基板の一方の表面に接触して、前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力による前記フレキシブル配線基板の変位を、各感圧素子の感圧部に伝達可能に、あらかじめ各感圧素子の感圧部に伝達部材を取り付けておくことが好ましい。この場合、伝達部材により、フレキシブル配線基板と各感圧素子の感圧部との間の圧力損失を抑制することができる。

[0035] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けた後、各感圧素子の感圧部以外の部分と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との隙間に、ヤング率が１００ＭPa以下、好ましくは１０ＭPa以下の樹脂製の充填材（アンダーフィル樹脂）を充填してもよい。この場合、充填材により、フレキシブル配線基板と各感圧素子との間の接着力を向上させるとともに、異物の混入を防止することができ、信頼性を確保することができる。充填材のヤング率が１００ＭPaまたは１０ＭPa以下と小さいため、フレキシブル配線基板に加えられた圧力を感圧部に適切に伝えることができる。

[0036] また、この場合、充填材に気泡が混入し、感圧部の近傍に気泡が残ると、

加えられた圧力を正確に検出することができない。そこで、充填材が感圧部の近傍に浸透するのを防止するよう、本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けたとき、各感圧素子と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との間の空間を、各感圧素子の感圧部を含む第1の空間とそれ以外の第2の空間とに仕切る仕切枠を、あらかじめ各感圧素子に取り付けておき、各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けた後、前記第2の空間に前記充填材を充填することが好ましい。

[0037] 本発明に係る感圧センサ装置の製造方法は、各感圧素子を前記フレキシブル配線基板にフリップチップ実装することが好ましい。この場合、市販のフリップチップボンダーを用いて、各感圧素子を容易に実装することができる。

発明の効果

[0038] 本発明によれば、半導体集積回路を一体集積化した感圧素子の寸法をより小さくすることができ、空間分解能を高めることができる感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]本発明の実施の形態の感圧センサ装置を示す断面図である。

[図2]本発明の実施の形態の感圧センサ装置の、突起を有する変形例を示す断面図である。

[図3]本発明の実施の形態の感圧センサ装置の、芯材およびカバー材から成る突起を有する変形例を示す断面図である。

[図4]本発明の実施の形態の感圧センサ装置の、(a)突起および充填材を有する変形例、(b)さらに仕切枠を有する変形例を示す断面図である。

[図5]本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法を示す、(a)～(h)断面図、(i) (b)の工程での平面図である。

[図6]図5に示す本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法から、さらに突起を形成する工程を示す断面図である。

[図7]従来の、半導体集積回路を一体集積化した容量型感圧センサを、貫通配線を利用してフレキシブル配線基板に電氣的に接続する方法を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態について説明する。

図1乃至図6は、本発明の実施の形態の感圧センサ装置および感圧センサ装置の製造方法を示している。

図1に示すように、感圧センサ装置10は、フレキシブル配線基板11と複数の感圧素子12と伝達部材13とを有している。

[0041] フレキシブル配線基板11は、基体がポリイミドフィルムから成り、表面に金属層による配線11aが形成されている。フレキシブル配線基板11は、基体が可撓性を有すると同時に、配線11aを成す金属層も可撓性を有している。

[0042] 各感圧素子12は、それぞれ半導体集積回路(LSI)21が一体的に集積化されており、半導体集積回路21の表面に設けられた電極21aと、ダイアフラムから成る感圧部22とにより構成された平行平板型の容量型センサから成っている。半導体集積回路21は、各感圧素子12の感圧部22から出力されたデータを圧縮処理可能に構成されている。半導体集積回路21は、めっきバンプ23により感圧部22の周縁部に電氣的に接続されている。半導体集積回路21は、例えば、閾値を超える触覚を得た時のみ信号を送る機能(イベントドリブン)や、データの間引きなどにより、データを圧縮処理可能になっている。

[0043] また、各感圧素子12は、めっきバンプ23の内側で感圧部22をリング状に取り囲み、半導体集積回路21と感圧部22とを機械的および電氣的に接続するよう設けられたリングバンプ24を有している。リングバンプ24は、半導体集積回路21とともに、感圧部22を気密的に取り囲んでいる。各感圧素子12は、感圧部22のダイアフラムの変形による静電容量の変化を、リングバンプ24を経由して半導体集積回路21に伝えるよう構成され

ている。

[0044] また、各感圧素子 1 2 は、感圧部 2 2 とめっきバンプ 2 3 との接続位置に、感圧部 2 2 を貫通する埋込電極 2 6 と、感圧部 2 2 と埋込電極 2 6 との間に設けられたシリコン酸化膜 2 7 とを有している。埋込電極 2 6 は、めっきバンプ 2 3 に電氣的に接続されている。シリコン酸化膜 2 7 は、感圧部 2 2 と埋込電極 2 6 とを電氣的に絶縁するよう設けられている。

[0045] 各感圧素子 1 2 は、感圧部 2 2 のダイアフラムがフレキシブル配線基板 1 1 の一方の表面 1 1 b に対向するよう、感圧部 2 2 をフレキシブル配線基板 1 1 に向けた状態で、フレキシブル配線基板 1 1 の一方の表面 1 1 b の側に取り付けられている。各感圧素子 1 2 は、埋込電極 2 6 の位置で、金属接合配線の接合バンプ 2 5 により、フレキシブル配線基板 1 1 に取り付けられている。各感圧素子 1 2 は、めっきバンプ 2 3、埋込電極 2 6 および接合バンプ 2 5 により、半導体集積回路 2 1 がフレキシブル配線基板 1 1 の配線 1 1 a に電氣的に接続されている。なお、めっきバンプ 2 3 および接合バンプ 2 5 は感圧部 2 2 の表面に設けられたシリコン製の酸化膜（図示せず）により、感圧部 2 2 とは電氣的に絶縁されている。各感圧素子 1 2 は、平行平板型の静電容量型センサに限らず、ピエゾ抵抗を用いた歪ゲージ型など他の感圧センサから成っていてもよい。

[0046] 伝達部材 1 3 は、金から成り、各感圧素子 1 2 の感圧部 2 2 とフレキシブル配線基板 1 1 の一方の表面 1 1 b との間に、それぞれに接触するよう設けられている。感圧センサ装置 1 0 は、各感圧素子 1 2 の取付位置に対応するフレキシブル配線基板 1 1 の他方の表面 1 1 c に加えられた圧力を、フレキシブル配線基板 1 1 から伝達部材 1 3 を介して、対応する感圧素子 1 2 により検出可能に構成されている。感圧センサ装置 1 0 は、他方の表面 1 1 c に加えられた圧力によるフレキシブル配線基板 1 1 の基体の変位量に対して、感圧素子 1 2 の感圧部 2 2 の変位量が、例えば 5 0 % 程度以上となるよう構成されている。

[0047] 次に、作用について説明する。

感圧センサ装置 10 は、フレキシブル配線基板 11 の他方の表面 11c に加えられた圧力を、フレキシブル配線基板 11 および伝達部材 13 を介して、フレキシブル配線基板 11 の一方の表面 11b の側に取り付けられた各感圧素子 12 で検出するため、各感圧素子 12 のフレキシブル配線基板 11 の側で検出した信号を、各感圧素子 12 のフレキシブル配線基板 11 とは反対側の面まで伝えることなく、フレキシブル配線基板 11 の配線 11a に伝えることができる。すなわち、感圧センサ装置 10 は、圧力が加えられる側から、フレキシブル配線基板 11、感圧部 22、半導体集積回路 21 の順に積層配置されており、感圧部 22 から出力されるデータを、リングバンプ 24 を介して半導体集積回路 21 に伝え、半導体集積回路 21 により圧縮処理されたデータを、めっきバンプ 23、埋込電極 26、接合バンプ 25、フレキシブル配線基板 11 の順に伝えることができる。

[0048] これに対し、図 7 に示すような貫通配線を有する従来のものでは、圧力が加えられる側から、感圧部 53、半導体集積回路 51、フレキシブル配線基板 54 の順に積層配置されており、感圧部 53 から出力されるデータを、めっきリングバンプ 57 を介して半導体集積回路 51 に伝え、半導体集積回路 51 により圧縮処理されたデータを、貫通電極 55、接合バンプ 56、フレキシブル配線基板 54 の順に伝えるようになっている。このように、従来のものでは、厚い半導体集積回路基板に、アスペクト比の高い貫通電極を設けるための設置スペースが必要であるのに対し、感圧センサ装置 10 は、薄い感圧部 22 に短い埋込電極 26 を形成すればよく、長い貫通配線や側面配線が不要であり、貫通配線や側面配線のための特段のスペースが不要で、半導体集積回路 21 を一体集積化した感圧素子 12 の寸法をより小さくすることができる。また、これにより、感圧素子 12 をより密に実装することができる、空間分解能を高めることができる。

[0049] 感圧センサ装置 10 は、加えられる圧力に対して各感圧素子 12 がフレキシブル配線基板 11 で覆われているため、過大な応力が加えられても、各感圧素子 12 の損傷を防ぐことができる。また、感圧センサ装置 10 は、他方

の表面 11c に加えられた圧力によるフレキシブル配線基板 11 の基体の変位量に対して、感圧素子 12 の感圧部 22 の変位量が 50% 程度以上となるよう構成されており、外部からの圧力がフレキシブル配線基板 11 および伝達部材 13 を通過したときの圧力損失を小さくして感圧部 22 に伝えることができる。

[0050] 感圧センサ装置 10 は、各感圧素子 12 の感圧部 22 から出力されたデータを半導体集積回路 21 で圧縮処理するため、時間分解能を高めることができ、感圧素子 12 の数が増えても高速応答が可能となる。これにより、時間分解能が高い状態で、各感圧素子 12 を高密度で実装することができる。また、圧縮処理により、各感圧素子 12 の感圧部 22 から出力されたデータを、減衰させることなく利用することができる。

[0051] また、感圧センサ装置 10 は、感圧部 22 がリングバンプ 24 および半導体集積回路 21 により気密的に取り囲まれているため、湿度や汚染物による感圧部 22 の性能劣化を抑制することができる。なお、フレキシブル配線基板 11 は、単層（片面）配線でも良いが、配線設計の自由度が増すよう、両面配線や、少なくとも 2 つの層に配線 11a を有する多層基板であってもよい。

[0052] また、図 2 に示すように、感圧センサ装置 10 は、各感圧素子 12 の取付位置に対応するフレキシブル配線基板 11 の他方の表面 11c にそれぞれ設けられた、ドーム状の複数の突起 14 を有していてもよい。この場合、各突起 14 により、加えられた圧力を効率よく検出することができ、各感圧素子 12 の破損を防止することもできる。各突起 14 は、効率よく圧力を伝えるよう、各突起 14 に圧力が加えられたときの各突起 14 の変位量と、対応する感圧素子 12 の感圧部 22 の変位量との比が、0.2 乃至 5、特に 0.5 乃至 2 であることが好ましい。また、各突起 14 は、ドーム状に限らず、円筒状や円錐台状など、いかなる形状であってもよい。

[0053] また、図 3 に示すように、感圧センサ装置 10 は、伝達部材 13 を有さず、それぞれ各感圧素子 12 の感圧部 22 に接触し、フレキシブル配線基板 1

1を貫通してフレキシブル配線基板11の他方の表面11cの側に突出するよう設けられた複数の突起15を有していてもよい。この場合、各突起15は、圧力の伝達効率を高めるために、内部に設けられて感圧部22に接触した硬性の芯材15aと、その周りをドーム状に覆う軟質のカバー材15bとをから成っていることが好ましい。カバー材15bは、図3に示すように、フレキシブル配線基板11の貫通孔の内径よりも小さい外径を有していてもよく、その貫通孔の内径と同じ外径を有していてもよい。この場合にも、各突起15に加えられた圧力を効率よく感圧部22まで伝達し、検出することができる。

[0054] また、図4(a)に示すように、感圧センサ装置10は、各感圧素子12とフレキシブル配線基板11の一方の表面11bとの隙間に、ヤング率が100MPa以下、好ましくは10MPa以下の樹脂製の充填材16を有していてもよい。この場合、充填材16により、フレキシブル配線基板11と各感圧素子12との間の接着力を向上させるとともに、異物の混入を防止することができ、信頼性を確保することができる。充填材16のヤング率が100MPaまたは10MPa以下と小さいため、フレキシブル配線基板11に加えられた圧力を感圧部22に適切に伝えることができる。

[0055] また、図4(b)に示すように、各感圧素子12とフレキシブル配線基板11の一方の表面11bとの間の空間に、各感圧素子12の感圧部22を取り囲む仕切枠17を設け、仕切枠17の外側の空間に充填材16を充填していてもよい。この場合、仕切枠17により、充填材16が感圧部22の近傍に浸透するのを防ぐことができる。これにより、感圧部22の近傍の充填材16に気泡が混入して、感圧部22に加えられた圧力を正確に検出できなくなるのを防止することができる。

[0056] 感圧センサ装置10は、本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法により、以下のようにして製造される。すなわち、図5に示す一例では、本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法は、まず、感圧素子12を製造するために、半導体集積回路(LSI)21の表面の、感圧素子12の感

圧部 22 に対応する位置および各配線パッド上に、スパッタ法で電極 21 a および電極 21 b の形成を行う（図 5（a）参照）。ここで、半導体集積回路 21 は、例えば、特許文献 4 に記載のような、閾値検知、順応動作などヒトの触覚を模擬するデータ圧縮機構を盛り込んだ 8 インチサイズのものから成っている。次に、金めっき法で、電極 21 b の位置に、電気接続のためのめっきバンプ 23、および、感圧部 22 を物理的に固定しかつ気密封止するためのリングバンプ 24 を形成する。各バンプの形成後、サーフェスプレナー（株式会社ディスコ製、「DAS8920」）を用いて、めっきバンプ 23 およびリングバンプ 24 の高さが均一（例えば、 $3\mu\text{m}$ ）になるように、平坦化する（図 5（b）、（i）参照）。

[0057] 半導体集積回路 21 とは別に、SOI 基板（例えば、8 インチサイズで、デバイス層 $10\mu\text{m}$ 、BOX 層 $1\mu\text{m}$ 、ハンドル層 $400\mu\text{m}$ ）31 に、スパッタ法およびエッチング法により、半導体集積回路 21 のめっきバンプ 23 のパターンに対応する、金接合バンプパターン（例えば、厚さ 300nm ）を形成する。その SOI 基板 31 と半導体集積回路 21 とをバンプパターンが対応するよう位置合わせした後、熱圧着接合法（例えば、 250°C 、 10000N ）により接合して一体化する（図 5（c）参照）。SOI 基板 31 のハンドル層および BOX 層をドライエッチング法で完全に除去し、感圧部 22 として円盤状シリコン製ダイアフラム（例えば、厚さ $10\mu\text{m}$ 、直径 $400\mu\text{m}$ ）を形成する（図 5（d）参照）。こうして、半導体集積回路 21 が一体的に集積化された感圧素子 12 を製造することができる。

[0058] 次に、ドライエッチング法により、ダイアフラムのめっきバンプ 23 に対応する位置に、電極取り出しのための孔 32 を形成し（図 5（e）参照）、プラズマ CVD 法により、その孔 32 の側面をシリコン酸化膜 27 で被覆する（図 5（f）参照）。なお、この孔 32 は、図 7 に示すような従来の半導体集積回路基板に設ける貫通配線用の孔（例えば、直径 $100\mu\text{m}$ 、深さ $300\mu\text{m}$ ）とは異なり、サイズもアスペクト比も小さく（例えば、直径 $10\mu\text{m}$ 、深さ $20\mu\text{m}$ ）、特段のスペースを確保する必要がなく、容易に形成することができる。

。次に、その孔32を通してダイアフラムの上方に伸びる金の埋込電極26および接合バンプ25を、めっき法を用いて一括で形成し、サーフェスプレーナーを用いてダイアフラム上のバンプ高さが均一（例えば、 $3\mu\text{m}$ ）になるように平坦化する（図5（g）参照）。同時に、ダイアフラムの中心部の直上にも、ダイアフラムの直径よりやや小さい金の伝達部材13を設け、その高さが均一（例えば、 $3\mu\text{m}$ ）になるように平坦化する（図5（g）参照）。

[0059] こうして感圧素子12に伝達部材13と接合バンプ25とが取り付けられたものを、ダイシングにより小片化した後、フレキシブル配線基板11にフリップチップボンダーを用いて接合する。フレキシブル配線基板11は、ポリイミドフィルム（例えば、厚さ $25\mu\text{m}$ ）を基板として、その表面の接合部のみに金層から成る配線（例えば、厚さ 300nm ）11aがスパッタ成膜されており、その配線11aと接合バンプ25とを電氣的に接続する（図5（h）参照）。こうして、感圧センサ装置10を製造することができる。

[0060] このように、本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法は、金属を中間体とする接合法により、各感圧素子12をフレキシブル配線基板11の配線11aに電氣的に接続するため、電氣的接続を行いながら、フレキシブル配線基板11の基体に熱損傷を与えない比較的低い温度で強固に接合することができる。熱圧着接合に用いる金属として、金以外に銅や銀などであってもよい。接合法は、熱圧着接合法に限らずTLP接合法やハンダ接合法、共晶接合法などであってもよい。また、本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法は、半導体集積回路21の上に金属接合パッドを用いて配線を行うため、貫通配線と比較して多数の信号配線取り出すことができ、さらなる高速通信が可能になる。

実施例 1

[0061] 従来の貫通電極が形成された、半導体集積回路が一体的に集積化された容量型圧力センサ素子の寸法は、 2.0 mm 角が最小であったのに対して、貫通電極を必要としない本発明の実施の形態の感圧センサ装置10の各感圧素子12は、同等の回路とデザインルールで作製しても、 1.0 mm 角の寸法で製造す

ることができ、面積を $1/4$ に縮小することができた。このため、従来よりも高密度の実装が可能である。

[0062] また、本発明の実施の形態の感圧センサ装置の製造方法により製造された感圧センサ装置 10 は、フレキシブル配線基板 11 の感圧位置に圧力を印加したとき、0.01 N から 0.5 N までの力をデジタルデータとして検出することができた。また、閾値検知、順応動作の機能も検証した。また、この感圧センサ装置 10 をロボットの体表面に巻きつけ、シリコン樹脂接着により実装を行った結果、隙間なく貼り付けることができた。ロボットに実装後も、同様に外部からの印加力すなわち触覚を検知することができた。

実施例 2

[0063] 図 5 に従って感圧センサ装置 10 を製造後、図 6 に示すように、各感圧素子 12 の取付位置に対応するフレキシブル配線基板 11 の他方の表面 11 c に、ディスペンサを用いて、直径 $800\text{ }\mu\text{m}$ の半球状のポリウレタン（ヤング率 1 GPa）製のドーム状の突起 14 を形成した。この突起 14 に対して 1 N の力を与えたとき、突起 14 の変形量は 800 nm、シリコンダイアフラムの変形量は 1200 nm であり、その比率は 1.5 であった。

[0064] また、感圧センサ装置 10 の突起 14 に圧力を印加したとき、0.01 N から 2 N までの力をデジタルデータとして検出することができた。また、閾値検知、順応動作の機能も検証した。感圧部 22 への印加圧力が 10 N までは、感圧部 22 の破損は認められなかったが、それ以上の力を与えると感圧部 22 の破損を示唆する不可逆的なデータ出力異常が認められた。

実施例 3

[0065] 図 5 に従って感圧センサ装置 10 を製造後、図 4 (b) に示すように、各感圧素子 12 の感圧部 22 以外の部分とフレキシブル配線基板 11 の一方の表面 11 b との隙間に、充填材 16 としてシリコン樹脂を充填した。このとき、ダイアフラム構造の感圧部 22 と配線パッドとの間に、ダイアフラムを取り囲むリング形状の金属パッド（仕切枠 17）を設け、その金属パッドの外側に充填材 16 を充填することにより、ダイアフラム近傍に充填材 16 が

充填されないようにした。また、図6と同様にして、各感圧素子12の取付位置に対応するフレキシブル配線基板11の他方の表面11cに、直径 $800\mu\text{m}$ の半球状のポリウレタン（ヤング率1GPa）製のドーム状の突起14を形成した。

[0066] この突起14に圧力を印加したとき、0.01Nから2Nまでの力をデジタルデータとして検出することができた。また、閾値検知、順応動作の機能も検証した。感圧部22への印加圧力が15Nまでは、感圧部22の破損は認められなかったが、それ以上の力を与えると感圧部22の破損を示唆する不可逆的なデータ出力異常が認められた。

[0067] この充填材16および突起14を有する感圧センサ装置10をロボットの体表面に巻きつけ、シリコン樹脂接着により実装を行った結果、隙間なく貼り付けることができた。ロボットに実装後も、外部からの印加力すなわち触覚を検知することができた。特に、関節部など屈曲を繰り返す部位において、充填材16のないものでは、3000回の屈曲でデータ異常が認められたのに対して、充填材16を有するものでは、50000回以上の屈曲を行ってもデータ異常は認められなかった。

実施例 4

[0068] 図5(a)～(f)に従って直径 $400\mu\text{m}$ のダイアフラムを形成後、図3に示すように、伝達部材13の代わりに、めっき法により、直径 $200\mu\text{m}$ 、高さ $100\mu\text{m}$ の円柱形状の銅製のピラーを形成した。さらに、フレキシブル配線基板11に直径 $300\mu\text{m}$ の貫通孔を形成し、その貫通孔を銅製のピラーが貫くようにして、感圧素子12をフレキシブル配線基板11に接合した。その後、そのピラーを芯材15aとし、直径 $800\mu\text{m}$ の半球状のポリウレタン製のドーム状のカバー材15bで芯材15aを覆い、突起15を形成した。

[0069] この突起15に圧力を印加したとき、0.01Nから2Nまでの力をデジタルデータとして検出することができた。また、閾値検知、順応動作の機能も検証した。感圧部22への印加圧力が20Nまでは、感圧部22の破損は認められなかったが、それ以上の力を与えると感圧部22の破損を示唆する不可逆的

なデータ出力異常が認められた。

[0070] [比較例 1]

突起 14 の材料をシリコン樹脂（ヤング率 2 MPa）にした以外は、実施例 2 と同様の感圧センサ装置を製造した。その突起 14 に圧力を印加したとき、0.2 N から 2 N までの力をデジタルデータとして検出したが、0.2 N 以下の弱い力は全く検出することができなかった。0.1 N の力を印加した際の突起 14 の変形量が $80\text{ }\mu\text{m}$ であったのに対して、シリコンダイアフラムの変形量は $0.004\text{ }\mu\text{m}$ であり、静電容量の検出限界以下であった。

[0071] [比較例 2]

突起 14 の材料をはんだ（ヤング率 80 GPa）にした以外は、実施例 2 と同様の感圧センサ装置を製造した。その突起 14 に圧力を印加したとき、10 N 以下の力は全く検出することができなかった。10 N の力を印加したときの突起 14 の変形量は、有限要素法シミュレーションでの見積もりで 0.1 nm になるのに対して、シリコンダイアフラムの変形量は、静電容量の検出限界である 5 nm であった。

[0072] [比較例 3]

充填材 16 がエポキシ樹脂である以外は、実施例 3 と同様の感圧センサ装置を製造した。感圧センサ装置の突起 14 に圧力を印加したところ、0.2 N 以下の力を検知することができなかった。

符号の説明

- [0073] 10 感圧センサ装置
- 11 フレキシブル配線基板
- 11a 配線
- 11b 一方の表面
- 11c 他方の表面
- 12 感圧素子
- 21 半導体集積回路
- 21a, 21b 電極

- 2 2 感圧部
- 2 3 めっきバンプ
- 2 4 リングバンプ
- 2 5 接合バンプ
- 2 6 埋込電極
- 2 7 シリコン酸化膜
- 1 3 伝達部材
- 1 4 突起
- 1 5 突起
 - 1 5 a 芯材
 - 1 5 b カバー材
- 1 6 充填材
- 1 7 仕切枠
- 3 1 SOI基板
- 3 2 孔

請求の範囲

- [請求項1] フレキシブル配線基板と、
- それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化され、前記フレキシブル配線基板の一方の表面側に取り付けられて、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続された複数の感圧素子とを有し、
- 各感圧素子の取付位置に対応する前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力を、前記フレキシブル配線基板を介して対応する感圧素子により検出可能に構成されていることを
- 特徴とする感圧センサ装置。
- [請求項2] 各感圧素子は、それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化された平行平板型の静電容量型センサから成ることを特徴とする請求項1記載の感圧センサ装置。
- [請求項3] 前記半導体集積回路は、各感圧素子の感圧部から出力されたデータを圧縮処理可能に構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の感圧センサ装置。
- [請求項4] 前記フレキシブル配線基板は、少なくとも2つの層に配線を有する多層基板から成ることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項5] 各感圧素子の取付位置に対応する前記フレキシブル配線基板の他方の表面にそれぞれ設けられた複数の突起を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項6] それぞれ各感圧素子の感圧部に接触し、前記フレキシブル配線基板を貫通して前記フレキシブル配線基板の他方の表面側に突出するよう設けられた複数の突起を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項7] 各突起に圧力が加えられたときの各突起の変位量と対応する感圧素子の感圧部の変位量との比が、0.2乃至5であることを特徴とする請求項5または6記載の感圧センサ装置。

- [請求項8] 各突起はドーム状を成していることを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項9] 各感圧素子の感圧部と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との間に、前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力による前記フレキシブル配線基板の変位を、各感圧素子の感圧部に伝達可能に設けられた伝達部材を有することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項10] 各感圧素子の感圧部以外の部分と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との隙間に、ヤング率が100MPa以下の樹脂製の充填材を有することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の感圧センサ装置。
- [請求項11] それぞれ半導体集積回路が一体的に集積化された複数の感圧素子を、フレキシブル配線基板の一方の表面側に、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続するよう取り付けるとともに、それぞれの取付位置に対応する前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力を、前記フレキシブル配線基板を介して検出可能に取り付けることを特徴とする感圧センサ装置の製造方法。
- [請求項12] 各感圧素子を、金属を中間体とする接合法により、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続するよう取り付けるとことを特徴とする請求項11記載の感圧センサ装置の製造方法。
- [請求項13] 各感圧素子を、熱圧着接合法またはTLP接合法を利用して、前記フレキシブル配線基板の配線に電氣的に接続することを特徴とする請求項12記載の感圧センサ装置の製造方法。
- [請求項14] 各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けたとき、前記フレキシブル配線基板の一方の表面に接触して、前記フレキシブル配線基板の他方の表面に加えられた圧力による前記フレキシブル配線基板の変位を、各感圧素子の感圧部に伝達可能に、あらかじめ各感圧素子の感圧部に伝達部材を取り付けておくことを特徴とする請求項11乃至13記載の感圧センサ装置の製造方法。

至 13 のいずれか 1 項に記載の感圧センサ装置の製造方法。

[請求項15] 各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けた後、各感圧素子の感圧部以外の部分と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との隙間に、ヤング率が 100MPa 以下の樹脂製の充填材を充填することを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の感圧センサ装置の製造方法。

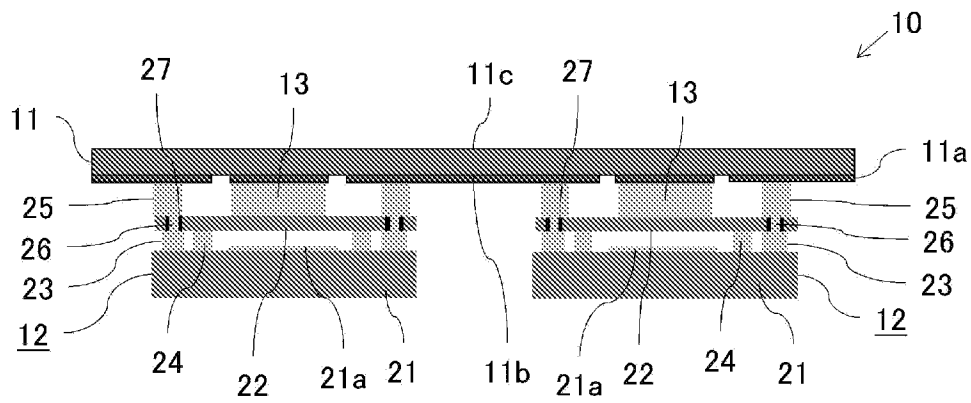
[請求項16] 各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けたとき、各感圧素子と前記フレキシブル配線基板の一方の表面との間の空間を、各感圧素子の感圧部を含む第 1 の空間とそれ以外の第 2 の空間とに仕切る仕切枠を、あらかじめ各感圧素子に取り付けておき、

各感圧素子を前記フレキシブル配線基板に取り付けた後、前記第 2 の空間に前記充填材を充填することを

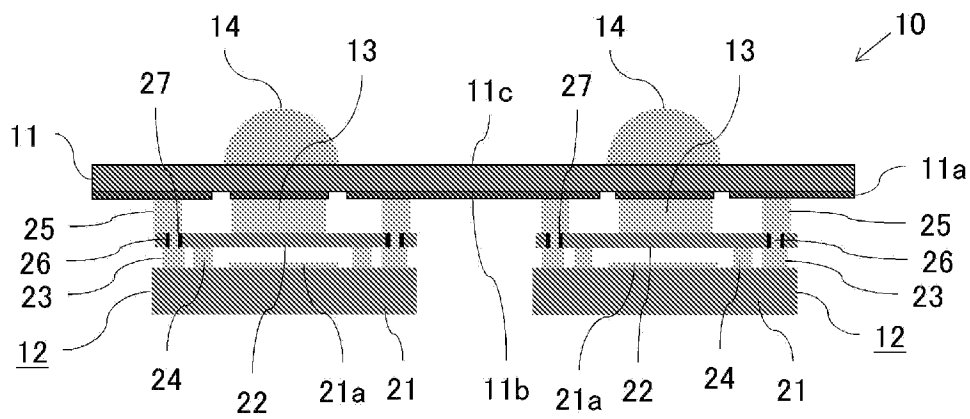
特徴とする請求項 15 記載の感圧センサ装置の製造方法。

[請求項17] 各感圧素子を前記フレキシブル配線基板にフリップチップ実装することを特徴とする請求項 11 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の感圧センサ装置の製造方法。

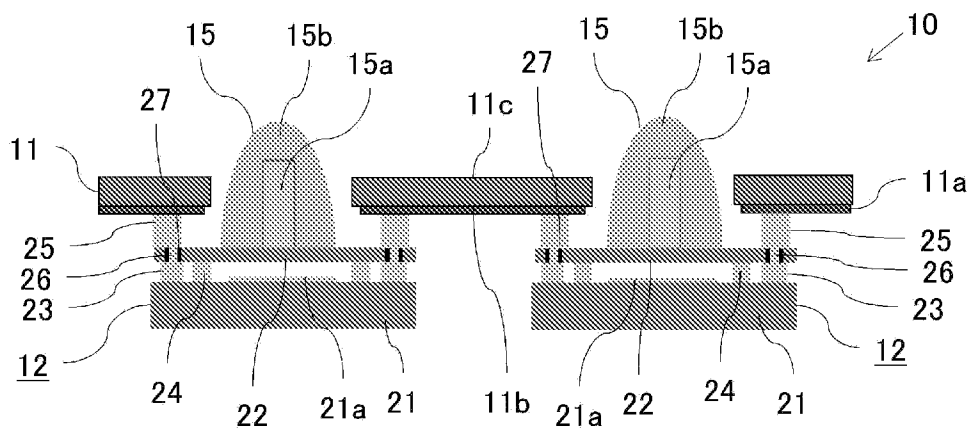
[図1]



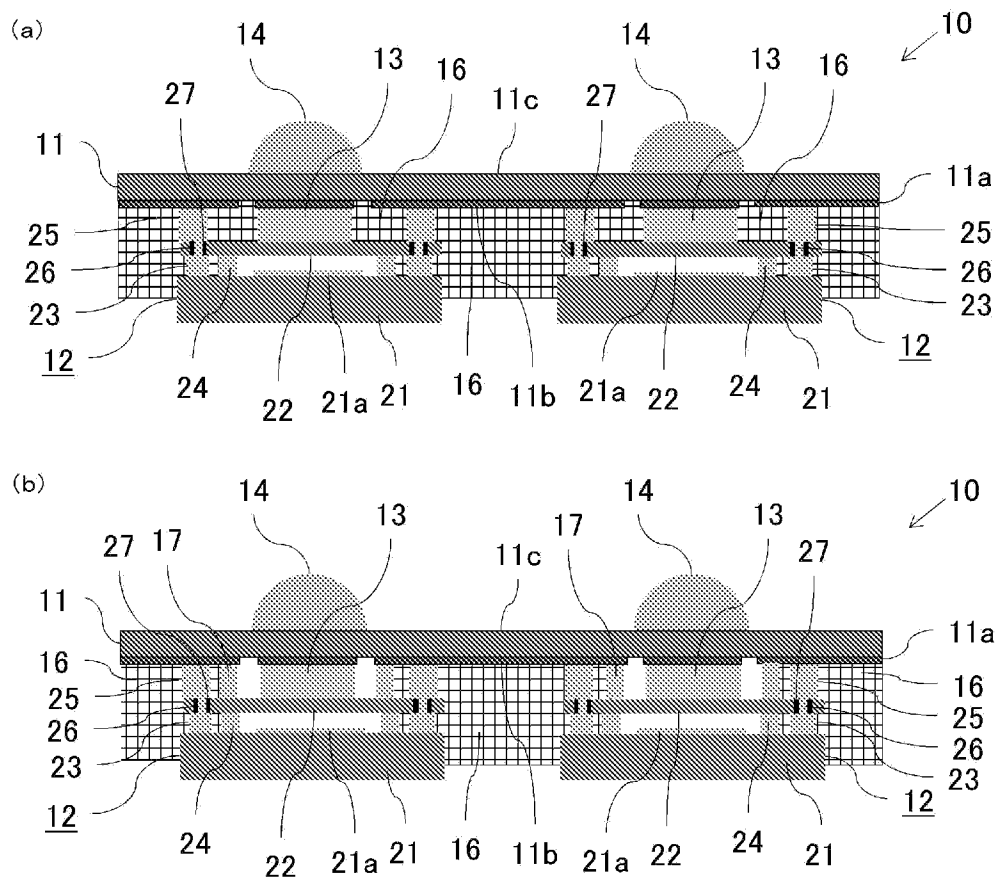
[図2]



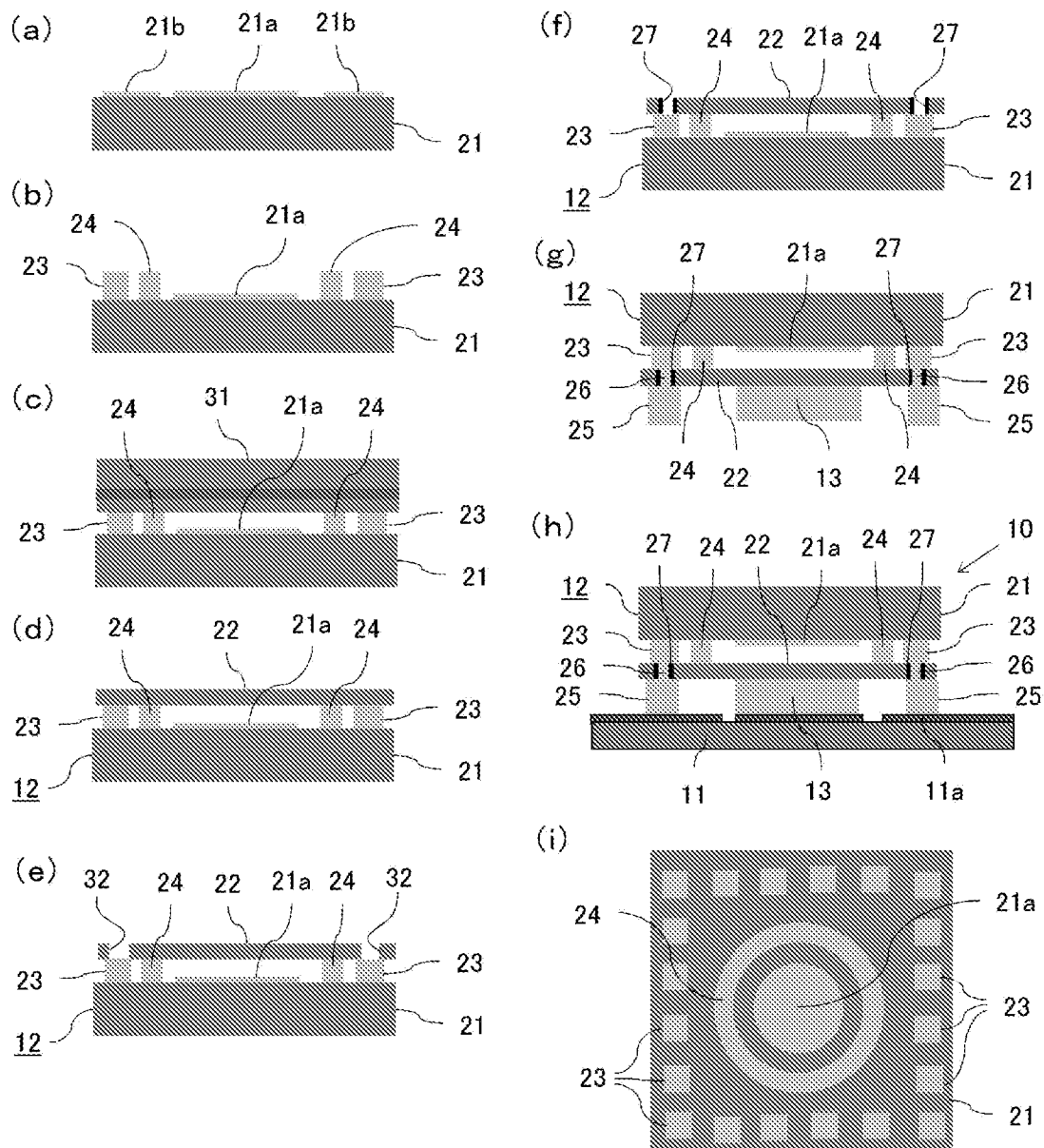
[図3]



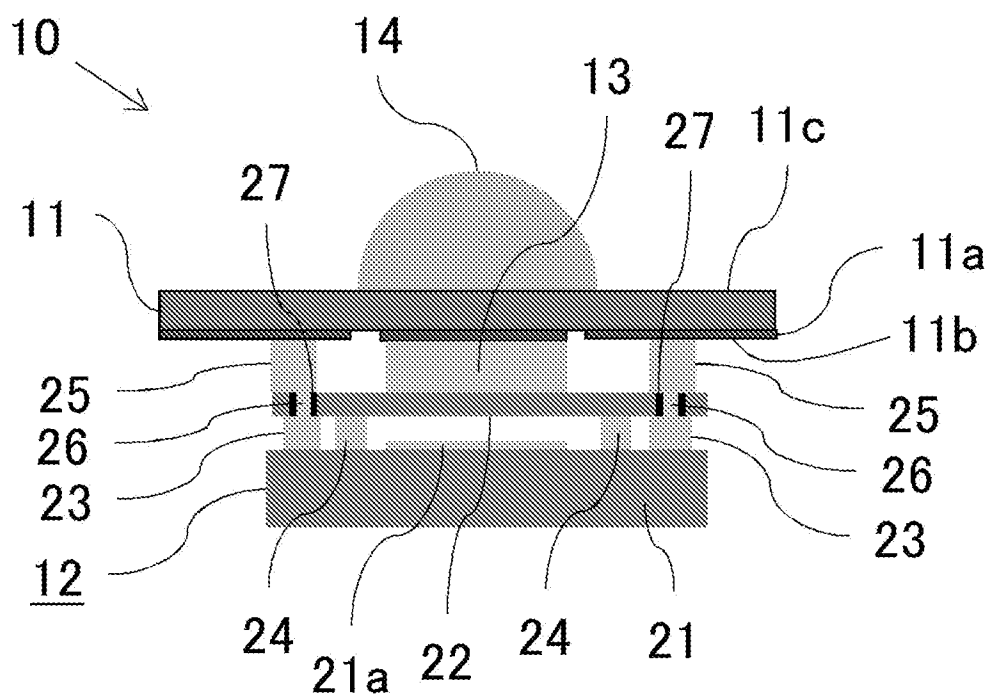
[図4]



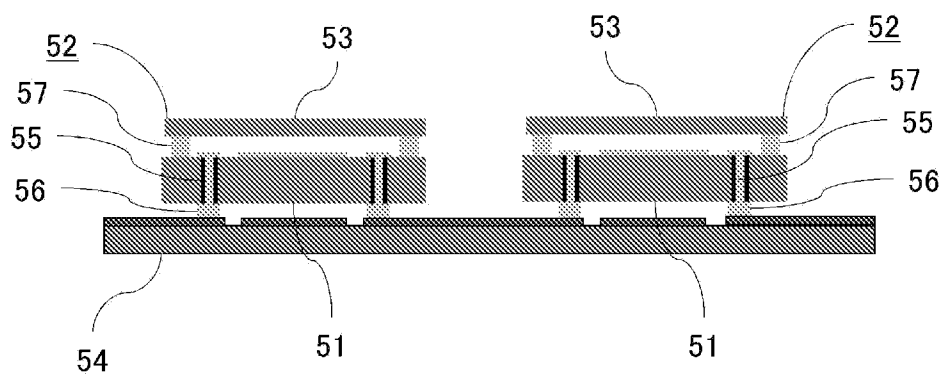
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01L5/00 (2006.01) i, G01L1/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01L5/00-5/28, G01L1/00-1/26, H01L29/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-8882 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 18 January 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2015-87131 A (TOHOKU UNIVERSITY) 07 May 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2013-211365 A (TOHOKU UNIVERSITY) 10 October 2013, entire text, all drawings & TW 201405770 A & US 2015/0333046 A1 & WO 2013/145555 A1	1-17
A	US 2013/0168336 A1 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 04 July 2013, entire text, all drawings & KR 10-1312553 B1	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
05.04.2018

Date of mailing of the international search report
17.04.2018

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/JP2018/001874

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-8172 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 14 January 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2009-503445 A (STMICROELECTRONICS S.R.L) 29 January 2009, entire text, all drawings & CN 101268350 A & EP 1907811 A1 & US 2008/0208425 A1 & WO 2007/010570 A1	1-17
A	JP 2005-294300 A (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 20 October 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2004-20210 A (NITTA CORP.) 22 January 2004, entire text, all drawings (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L5/00(2006.01)i, G01L1/14(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. G01L5/00-5/28, G01L1/00-1/26, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2016-8882 A（大日本印刷株式会社）2016.01.18, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-17
A	JP 2015-87131 A（国立大学法人東北大学）2015.05.07, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-17
A	JP 2013-211365 A（国立大学法人東北大学）2013.10.10, 全文, 全図 & TW 201405770 A & US 2015/0333046 A1 & WO 2013/145555 A1	1-17

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

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

9206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
A	US 2013/0168336 A1 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 2013.07.04, 全文, 全図 & KR 10-1312553 B1	1-17
A	JP 2010-8172 A (パナソニック電気株式会社) 2010.01.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2009-503445 A (エスティーマイクロエレクトロニクス エス. アール. エル.) 2009.01.29, 全文, 全図 & CN 101268350 A & EP 1907811 A1 & US 2008/0208425 A1 & WO 2007/010570 A1	1-17
A	JP 2005-294300 A (国立大学法人 東京大学) 2005.10.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2004-20210 A (ニッタ株式会社) 2004.01.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17