

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

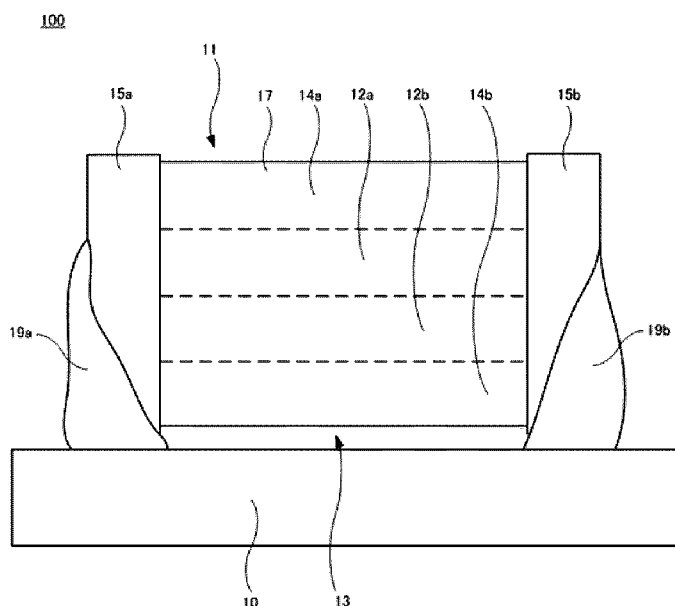
WO 2016/002262 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 9/08 (2006.01) H01L 41/053 (2006.01)
B60C 19/00 (2006.01) H01L 41/083 (2006.01)
G01L 17/00 (2006.01) H01L 41/113 (2006.01)
H01L 41/047 (2006.01) H01L 41/313 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/057866
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 17 日(17.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-138751 2014 年 7 月 4 日(04.07.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 源明 裕也 (GENMEI, Yuya); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PIEZOELECTRIC SENSOR AND PIEZOELECTRIC ELEMENT

(54) 発明の名称: 圧電センサおよび圧電素子

FIG.1



(57) Abstract: This piezoelectric sensor (100) is provided with a substrate (10) and a piezoelectric element (11). The substrate (10) is provided with at least a pair of mounting electrodes on one main surface thereof. The piezoelectric element (11) is provided with a laminate (17), a first terminal electrode (15a) and a second terminal electrode (15b). The first terminal electrode (15a) and the second terminal electrode (15b) are bonded to the mounting electrodes respectively by means of bonding materials (19a, 19b).

(57) 要約: 圧電センサ (100) は、基板 (10) と、圧電素子 (11) とを備える。基板 (10) には、一方の主面に少なくとも 1 対の実装用電極が形成される。圧電素子 (11) は、積層体 (17) と、第 1 端子電極 (15a) および第 2 端子電極 (15b) とを備える。第 1 端子電極 (15a) および第 2 端子電極 (15b) は、それぞれ接合材 (19a, 19b) により、実装用電極に接合される。

明 細 書

発明の名称：圧電センサおよび圧電素子

技術分野

[0001] 本発明は、圧電センサおよび圧電素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、たわみを検出する圧電センサとして、たとえば特開２００７－１６３２３０号公報（特許文献１）に記載の圧電センサが知られている。この圧電センサは、可撓性を有するポリイミドなどの高分子材料からなるフィルム状の平板の一方の主面に、窒化アルミニウムなどの薄膜状の圧電体を形成し、かつ、圧電体が形成された平板の両主面に電極層を設けることで構成されている。

[0003] この圧電センサは、極めて薄いフィルム状で柔軟性に富んでおり、タイヤ内面などの曲面部分に密着配置して用いられる。これにより、タイヤの空気圧の変動などによるタイヤの変形を検出することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００７－１６３２３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特開２００７－１６３２３０号公報に記載の圧電センサにおいては、次のような問題があった。

[0006] 当該公報に記載の圧電センサは、薄膜状の圧電体を備え、接着剤で、タイヤに直接貼り付けて用いられていた。よって、空気圧の変動によるタイヤの変形による信号以外にも、タイヤから直接的に伝わる外部衝撃や振動などさまざまな信号も同時に検出しやすかった。そのため、空気圧変動による変形だけを正確に検出するには、複雑な信号処理回路が必要であった。

[0007] さらに、当該公報に記載の圧電センサは、接着剤でタイヤに直接貼り付け

て用いられているので、圧電センサ周辺に取り付けられる信号処理回路などの周辺回路装置は、多数のリード線などで接続されていた。これより、タイヤ内部の配線数が多く、また配線が長いために複雑になり、他の電子部品（たとえばICなど）を実装して使用することが困難であった。

[0008] また、フィルム状の圧電センサは非常に薄い構造をとることが可能であるが、一方で、感度をあげるために圧電センサ自体の面積を大きくし、大型化しなければならなかった。そのため、タイヤに釘などの鋭利なものが刺さった場合、圧電センサ自体や周辺回路装置が傷つけられる可能性が高く、傷つけられた場合、タイヤの変形を検出することができなくなった。

課題を解決するための手段

[0009] そこで、上記課題を解決するために、本発明の圧電センサは、基板と、圧電素子とを備え、基板は、一方の主面に実装用電極が形成され、圧電素子は、積層体と、積層体の互いに異なる端面に設けられた第1端子電極と第2端子電極とを備え、積層体は、圧電体と、圧電体を挟むように設けられた第1検出用電極、第2検出用電極、更に少なくとも一方の外側に積層された外装体とを備え、第1検出用電極は第1端子電極に接続され、第2検出用電極は第2端子電極に接続され、第1端子電極および第2端子電極が、接合剤により、それぞれ実装用電極に接合されて、圧電素子が基板に実装されるようにした。

[0010] なお、第1検出用電極は、積層体の一方の端面およびその端面に接する2つの側面から引き出されて、第1端子電極に接続され、第2検出用電極は、積層体の他方の端面およびその端面に接する2つの側面から引き出されて、第2端子電極に接続されることが好ましい。この場合には、検出用電極と端子電極との接続が確実になる。

[0011] また、基板と圧電素子との間に隙間が形成されることが好ましい。この場合には、隙間が、圧電センサが、タイヤ等から直接的に伝わる外部衝撃や振動などのノイズを検出するのを抑制ため、基板のたわみを高感度に検出することが可能になる。なお、隙間には、ゴムまたは樹脂を充填しても良い。こ

の場合には、基板と圧電素子との接合強度が向上する。

[0012] また、本発明は、圧電素子にも向けられる。具体的には、圧電素子は、積層体と、積層体の互いに異なる端面に設けられた第1端子電極と第2端子電極とを備え、積層体は、圧電体と、圧電体を挟むように設けられた第1検出用電極、第2検出用電極、更に少なくとも一方の外側に積層された外装体とを備え、第1検出用電極は第1端子電極に接続され、第2検出用電極は第2端子電極に接続されるようにした。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、感度が高く、振動などのノイズを検出しにくく、小型化が容易で、モジュール化することにより周辺回路を一体化することも容易な圧電センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態1にかかる圧電センサを示す側面図である。

[図2]実施形態1にかかる圧電センサの圧電素子の要部断面図である。

[図3]実施形態1にかかる圧電センサの要部分解斜視図である。

[図4]実施形態1にかかる圧電センサをタイヤに設置した場合を示す説明図である。

[図5]実施形態1にかかる圧電センサの変形状態と電位とを模式化して示した説明図であり、(a)は、たわみが作用していない状態、(b)は、たわみが作用している状態を示す。

[図6]実施形態1にかかる圧電センサの等価回路図である。

[図7]実施形態2にかかる圧電センサの側面図である。

[図8]実施形態2にかかる圧電センサの変形状態と電位とを模式化して示した説明図であり、(a)は、たわみが作用していない状態、(b)は、たわみが作用している状態を示す。

[図9]実施形態3にかかる圧電センサの側面図である。

[図10]実施形態3にかかる圧電センサの変形状態と電位とを模式化して示した説明図であり、(a)は、たわみが作用していない状態、(b)は、たわ

みが作用している状態を示す。

[図11]実施形態4にかかる圧電センサの側面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下において、本発明の実施形態にかかる圧電センサについて、図面を参照しながら説明する。

[0016] (実施形態1)

図1に、実施形態1にかかる圧電センサ100を示す。圧電センサ100は、基板10と、基板10に実装された圧電素子11とを備えている。

[0017] 圧電素子11は、直方体状をなしており、積層体17と、積層体17の両端面に設けられた第1端子電極15aおよび第2端子電極15bとを有する。第1端子電極15aおよび第2端子電極15bは、それぞれ接合材であるはんだ19a、19bによって基板10に実装されており、実装箇所以外の部分の基板10と圧電素子11との間には、はんだ実装の高さ分の隙間13が形成されている。

[0018] 圧電素子11の積層体17は、図2に示すように、上から順に、外装体14a、第1検出用電極16a、圧電体12a、第2検出用電極16b、圧電体12b、第1検出用電極16c、外装体14bが積層され、一体化された構造からなる。

[0019] より具体的には、外装体14aと、一方の主面に第1検出用電極16aが形成され、他方の主面に第2検出用電極16bが形成された圧電体12aと、一方の主面に第1検出用電極16cが形成された圧電体12bと、外装体14bとが、接着剤（図示せず）により接着されて一体化されている。

[0020] なお、圧電体12a、12bは、例えば、圧電性を備えたセラミック材料により形成されている。また、外装体14a、14bは、例えば、チタン酸マグネシウム等のセラミック材料や、ガラスエポキシ等の樹脂材料といった絶縁性をもった材料により形成されている。圧電体12a、12bおよび外装体14a、14bは、それぞれ矩形平板状である。また、圧電体12a、12bには、それぞれ分極処理が施されている。

[0021] 本実施形態では、圧電体 12 a, 12 b の上下両主面が外装体 14 a, 14 b によって保持されている構造を採用している。これにより、圧電体 12 a, 12 b の厚み方向の変位が抑制されるため、加速度を伴う衝撃を受けた場合でも、加速度の検出を抑え、たわみをより精度よく検出することが可能になる。圧電体 12 a, 12 b の一方の主面が全面で保持されていれば、他方の主面は部分的な保持であっても良いし、更には他方の主面の保持は省略しても良い。

[0022] なお、たわみ検出の感度を上げ、更により精度よく検出するためには、外装体 14 a, 14 b として、圧電体 12 a, 12 b よりもヤング率の高いものを用いることが好ましい。

[0023] 本実施形態の圧電センサ 100 においては、第 1 検出用電極 16 a, 16 c が、積層体 17 の一方の端面、および、その両側に続く 2 つの側面から外部に引き出されている。同様に、第 2 検出用電極 16 b が、積層体 17 の他方の端面、および、その両側に続く 2 つの側面から外部に引き出されている。

[0024] すなわち、図 3 に示すように、第 1 検出用電極 16 a, 16 c、および第 2 検出用電極 16 b は、それぞれ、T 字状に、積層体 17 の 3 つの面から外部に引き出されている。

[0025] したがって、第 1 検出用電極 16 a, 16 c と第 1 端子電極 15 a とは、端面だけでなく側面の一部でも接続されているため、電気的な接続信頼性が高い。また、第 2 検出用電極 16 b と第 2 端子電極 15 b とは、端面だけでなく側面の一部でも接続されているため、電気的な接続信頼性が高い。また、第 1 検出用電極 16 a, 16 c、および第 2 検出用電極 16 b は、それぞれ、T 字状であるため、第 1 端子電極 15 a および第 2 端子電極 15 b との接続部以外では積層体 17 の外表面に露出しない。そのため、湿気等の外部環境の影響を受けにくい。

[0026] 図 4 は、タイヤ 38 に基板 10 側で取り付けられた圧電センサ 100 が、タイヤの変形を検出している状態を示す。圧電センサ 100 は、主に、空気

圧変動によるタイヤ３８の変形や路面状態におけるタイヤの変形によって生じる基板のたわみを検知する。

[0027] 図４に示すように、タイヤ３８を地面に接地させた場合には、タイヤ３８が変形するため、基板１０が地面から垂直上向き方向にたわみ、そのたわみが圧電素子１１を地面から垂直上向き方向にたわませる。基板１０および圧電素子１１のたわみの大きさは、タイヤ３８の変形の大きさに依存する。

[0028] なお、タイヤ３８は取り付けられた自動車などの進行に合わせて回転し、圧電センサ１００の取り付けられた部分は周期的に接地する。したがって、圧電センサ１００は、周期的なタイヤの変形を検出することが可能である。

[0029] 図１に示すように、圧電センサ１００は、圧電素子１１が、第１端子電極１５ａと第２端子電極１５ｂとの二ヵ所で基板１０に実装されている。そして、平面方向に見た場合、基板１０の大きさは圧電素子１１の大きさよりも大きい。したがって、圧電センサ１００では、基板１０のたわみが、増幅されて圧電素子１１をたわませる。そして、圧電素子１１のたわみの大きさを、第１検出用電極１６ａ、１６ｂ、および第２検出用電極１６ｂから電気信号として検出する。圧電センサ１００は、基板１０のたわみが増幅されて圧電素子１１がたわみ、その圧電素子１１のたわみを電気信号として検出するため感度が高い。

[0030] また、図１に示すように、圧電センサ１００は、基板１０と圧電素子１１との間に隙間１３が形成されている。この隙間１３は、圧電センサ１００が、タイヤ３８から直接的に伝わる外部衝撃や振動などのノイズを検出しないようにする機能を果たす。圧電センサ１００は、外部衝撃や振動などのノイズを検出せず、たわみのみを高感度に検出することが可能になっている。

[0031] 圧電センサ１００は、感度が高いので、小型に形成することができる。また、基板１０に他の電子部品を実装することで、周辺回路を一体化してモジュール化することも容易である。

[0032] 次に、たわみの有無における電荷の発生理論について、図５と図６とを用いて説明する。

[0033] 図5（a）は、圧電センサ100に、たわみが作用していない状態を示す。本実施形態のような圧電センサは、苛酷な温度変化が生じる環境で使用されることが多い。その為、熱によって、電荷が発生する現象、すなわち焦電が起きることがあり、この焦電によって発生した電荷が、たわみによって発生した電荷と混合されてしまうことがある。その為、焦電による影響は、少なくすることが好ましい。

[0034] そこで、本実施形態の圧電センサ100では、図5（a）に示すように、端子電極15a、15bと、検出用電極16a、16b、16cと、を設け、2層で検出することにより、図6に示すような回路を構成し、焦電による影響を受けないようにしている。すなわち、この回路は、2層の検知部分を並列に接続することにより、焦電による電荷を打ち消すようにしている。したがって、たわみによる電荷のみを検出することが可能になっている。

[0035] 一方で、たわみが作用している場合の圧電センサ100には、図5（b）に示すような変形が生じる。図5（b）に示すように、圧電体12a、12bには引っ張り応力 P_t が発生する。圧電体12aでは、検出用電極16aが設けられている側と、検出用電極16bが設けられている側とには、分極方向と引っ張り応力 P_t との関係に基づいて正（+）および負（-）の電荷が発生する。同様に、圧電体12bでは、検出用電極16bが設けられている側と、検出用電極16cが設けられている側とには、分極方向と引っ張り応力 P_t との関係に基づいて、正および負電荷が発生する。

[0036] これより、端子電極15aには、検出用電極16aが設けられている側に発生した正電荷と、検出用電極16cが設けられている側に発生した負電荷とが伝わるが、検出用電極16cが設けられている側に発生した負電荷は比較的小さいために、検出用電極16aが設けられている側に発生した正電荷と打ち消しあい、結果として正電荷が端子電極15aに伝わる。同様に、端子電極15bには、検出用電極16bが設けられている側に発生した負電荷と正電荷とが伝わるが、正電荷は比較的小さいために、負電荷と打ち消しあい、結果として残りの負電荷が端子電極15bに伝わる。これより、両端面

に電位差が生じ、基板のたわみを検知することが可能となる。

[0037] 以上の構造からなる実施形態 1 にかかる圧電センサ 100 は、例えば、以下の手順に従って作製することができる。

[0038] まず、セラミックなどの圧電体 12 a に検出用電極 16 a, 16 b を、またセラミックなどの圧電体 12 b に検出用電極 16 c を、それぞれスクリーン印刷によって形成する。

[0039] 次に、圧電体 12 a, 12 b を一体焼成した後、分極方向が所望の向きとなる分極処理を施す。

[0040] その後、一体焼成された圧電体 12 a, 12 b の両主面にエポキシ樹脂などの接着剤を塗り、外装体 14 a と、圧電体 12 a, 12 b と、外装体 14 b とを、積層して一体に接合する。これより、積層体 17 が作製される。

[0041] 次に、積層体 17 の両端面に、スパッタリング法などにより、例えば Ag などの薄膜を形成し、その薄膜上に金属めっきを施すなどして、端子電極 15 a, 15 b を形成する。これより、圧電素子 11 が得られる。

[0042] 最後に、圧電素子 11 を基板 10 にはんだで実装することで圧電センサ 100 を完成させる。

[0043] 本実施形態においては、第 1 検出用電極および第 2 検出用電極を T 字状としたが、必ずしもそのように構成する必要はなく、変形例としては、I 字状など他の形状とすることができる。

[0044] (実施形態 2)

図 7 に、実施形態 2 にかかる圧電センサ 200 を示す。

[0045] 圧電センサ 200 は、実施形態 1 の圧電素子 11 に代えて、一枚の圧電体 22 からなる圧電素子 21 を備えている。圧電素子 21 は、実施形態 1 と同様に、積層体 27 と、第 1 端子電極 25 a および第 2 端子電極 25 b とを有する。積層体 27 は、図 8 (a) に示すように、上から順に、外装体 24 a、第 1 検出用電極 26 a、圧電体 22、第 2 検出用電極 26 b、外装体 24 b が積層され、一体化された構造からなる。第 1 端子電極 25 a および第 2 端子電極 25 b は、それぞれ接合材であるはんだ 29 a、29 b によって基

板 2 0 に実装されており、実装箇所以外の部分の基板 2 0 と圧電素子 2 1 との間には、はんだ実装の高さ分の隙間 2 3 が形成されている。

[0046] より具体的には、外装体 2 4 a と、一方の主面に第 1 検出用電極 2 6 a が形成され、他方の主面に第 2 検出用電極 2 6 b が形成された圧電体 2 2 と、外装体 2 4 b とが、接着剤（図示せず）により接着されて一体化されている。

[0047] 以上よりなる圧電センサ 2 0 0 は、実施形態 1 と比較すると、使用する圧電体や検出用電極の数が少ない為、低コストかつ簡単に圧電センサ 2 0 0 を作成することが可能である。

[0048] （実施形態 3）

図 9 に、実施形態 3 にかかる圧電センサ 3 0 0 を示す。

[0049] 圧電センサ 3 0 0 は、実施形態 1 の圧電素子 1 1 に代えて、三枚の圧電体 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c からなる圧電素子 3 1 を備えている。圧電素子 3 1 は、実施形態 1 と同様に、積層体 3 7 と、第 1 端子電極 3 5 a および第 2 端子電極 3 5 b とを有する。積層体 3 7 は、図 1 0 (a) に示すように、上から順に、外装体 3 4 a、第 1 検出用電極 3 6 a、圧電体 3 2 a、第 2 検出用電極 3 6 b、圧電体 3 2 b、第 1 検出用電極 3 6 c、圧電体 3 2 c、第 2 検出用電極 3 6 d、外装体 3 4 b が積層され、一体化された構造からなる。第 1 端子電極 3 5 a および第 2 端子電極 3 5 b は、それぞれ接合材であるはんだ 3 9 a、3 9 b によって基板 3 0 に実装されており、実装箇所以外の部分の基板 3 0 と圧電素子 3 1 との間には、はんだ実装の高さ分の隙間 3 3 が形成されている。

[0050] より具体的には、外装体 3 4 a と、一方の主面に第 1 検出用電極 3 6 a が形成され、他方の主面に第 2 検出用電極 3 6 b が形成された圧電体 3 2 a と、一方の主面に第 1 検出用電極 3 6 c が形成された圧電体 3 2 b と、一方の主面に第 1 検出用電極 3 6 d が形成された圧電体 3 2 c と、外装体 3 4 b とが、接着剤（図示せず）により接着されて一体化されている。

[0051] 圧電体 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c には、それぞれ分極処理が施されている。

ここで、圧電体 3 2 a, 3 2 c に挟まれた圧電体 3 2 b は、圧電体として機能しないため、圧電体 3 2 b は分極処理していない圧電体、または絶縁体を用いることもできる。

[0052] なお、圧電センサ 3 0 0 も、第 1 実施形態にかかる圧電センサ 1 0 0 と同様に、焦電による電荷を打ち消すことができる。

[0053] 本実施形態にかかる圧電センサ 3 0 0 は、実施形態 1 にかかる圧電センサ 1 0 0 と比較して、圧電体 3 2 b 分だけ圧電素子 3 1 の背が高い。この為、実施形態 1 の基板 1 0 と同程度に基板 3 0 がたわんだ際に、圧電体 3 2 a のたわみは圧電体 1 2 a のたわみよりも大きくなる。これにより、たわみを検出する感度が高くなっている。

[0054] (実施形態 4)

図 1 1 に、実施形態 4 にかかる圧電センサ 4 0 0 を示す。

[0055] 圧電センサ 4 0 0 は、実施形態 1 にかかる圧電センサ 1 0 0 の隙間 1 3 に、樹脂 4 3 が充填されている。樹脂 4 3 は、シリコン系樹脂やゴムなどを用いることが可能である。

[0056] 本実施形態にかかる圧電センサ 4 0 0 は、実施形態 1 ないし 3 にかかる圧電センサ 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0 と比較して、基板 4 0 と圧電素子 4 1 との接合強度が向上している。

[0057] (実施形態の要約)

以上において例示した種々の実施形態にかかる圧電センサの特徴的な構成を要約すると、以下のとおりとなる。

[0058] 圧電センサは、基板と、圧電素子と、を備える。上記基板は、一方の主面に一对の実装用電極が形成される。上記圧電素子は、積層体と、上記積層体の互いに異なる端面に設けられた第 1 端子電極および第 2 端子電極とを有する。上記積層体は、圧電体と、上記圧電体を挟むように設けられた第 1 検出用電極および第 2 検出用電極と、上記第 1 検出用電極および上記第 2 検出用電極の少なくとも一方の外側に積層された絶縁性の外装体とを含む。上記第 1 検出用電極は、上記第 1 端子電極に接続され、上記第 2 検出用電極は、上

記第2端子電極に接続される。上記第1端子電極は、接合材によって上記一对の実装用電極の一方に接合されるとともに、上記第2端子電極は、接合材によって上記一对の実装用電極の他方に接合される。これにより、上記圧電素子は、上記基板に実装される。

[0059] また、上記圧電センサにあつては、上記第1検出用電極が、上記積層体の一方の端面および当該端面に接する2つの側面から引き出されることにより、上記第1端子電極に接続されてもよく、上記第2検出用電極が、上記積層体の他方の端面および当該端面に接する2つの側面から引き出されることにより、上記第2端子電極に接続されてもよい。

[0060] また、上記圧電センサにあつては、上記基板と上記圧電素子との間に隙間が形成されてもよい。

[0061] また、上記圧電センサにあつては、上記基板と上記圧電素子との間にゴムまたは樹脂が充填されてもよい。

[0062] また、以上において例示した種々の実施形態にかかる圧電素子の特徴的な構成を要約すると以下のとおりとなる。

[0063] 圧電素子は、積層体と、上記積層体の互いに異なる端面に設けられた第1端子電極および第2端子電極と、を備える。上記積層体は、圧電体と、上記圧電体を挟むように設けられた第1検出用電極および第2検出用電極と、上記第1検出用電極および上記第2検出用電極の少なくとも一方の外側に積層された絶縁性の外装体と、を含む。上記第1検出用電極は、上記第1端子電極に接続され、上記第2検出用電極は、上記第2端子電極に接続さる。

[0064] 今回開示した上記実施形態はすべての点で例示であつて、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって画定され、また請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

符号の説明

[0065] 100, 200, 300, 400 圧電センサ、10, 20, 30, 40 基板、11, 21, 31, 41 圧電素子、12a, 12b, 22, 32a, 32b, 32c, 42a, 42b 圧電体、14a, 14b, 24a,

24 b, 34 a, 34 b, 44 a, 44 b 外装体、15 a, 15 b, 25 a, 25 b, 35 a, 35 b, 45 a, 45 b 端子電極、16 a, 16 b, 16 c, 26 a, 26 b, 36 a, 36 b, 36 c, 36 d, 46 a, 46 b, 46 c 検出用電極、17, 27, 37, 47 積層体、38 タイヤ、19 a, 19 b, 29 a, 29 b, 39 a, 39 b, 49 a, 49 b はんだ、13, 23, 33 隙間、43 樹脂。

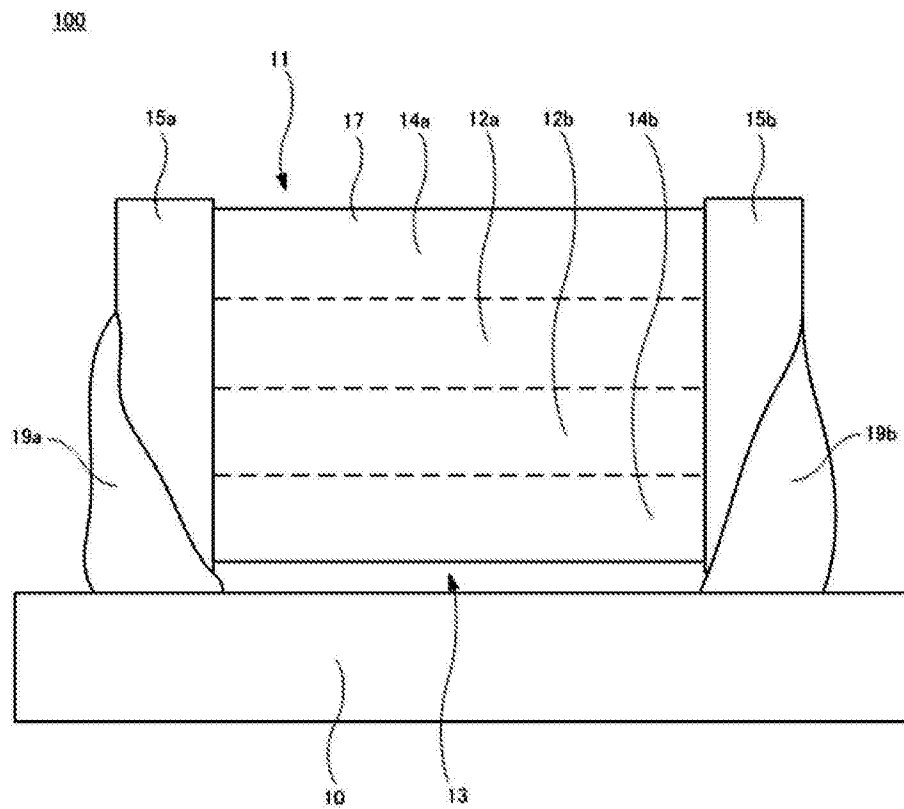
請求の範囲

- [請求項1] 相対して位置する第1端面および第2端面を含む積層体と、
前記第1端面に設けられた第1端子電極と、
前記第2端面に設けられた第2端子電極と、を備え、
前記積層体は、圧電体と、前記第1端面および前記第2端面を結ぶ方向と直交する方向において前記圧電体を挟むように前記圧電体に積層された第1検出用電極および第2検出用電極と、前記第1検出用電極および前記第2検出用電極の少なくとも一方の外側に位置するようにさらに積層された絶縁性の外装体とを含み、
前記第1検出用電極が、前記第1端子電極に接続されているとともに、前記第2検出用電極が、前記第2端子電極に接続されている、圧電素子。
- [請求項2] 前記積層体は、当該積層体における積層方向と前記第1端面および前記第2端面を結ぶ方向とのいずれにも直交する方向に位置する一対の側面を含み、
前記第1検出用電極が、前記第1端面と前記一対の側面とに引き出されて前記第1端子電極に接続されているとともに、前記第2検出用電極が、前記第2端面と前記一対の側面とに引き出されて前記第2端子電極に接続されている、請求項1に記載の圧電素子。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の圧電素子と、
前記圧電素子を実装された基板と、を備え、
前記基板は、前記圧電素子が位置する側の主面に一対の実装用電極を有し、
前記第1端子電極が、前記一対の実装用電極の一方に接合材を介して接合されているとともに、前記第2端子電極が前記一対の実装用電極の他方に接合材を介して接合されている、圧電センサ。
- [請求項4] 前記圧電素子と前記基板との間に隙間が形成されている、請求項3に記載の圧電センサ。

[請求項5] 前記圧電素子と前記基板との間にゴムまたは樹脂が充填されている、請求項3に記載の圧電センサ。

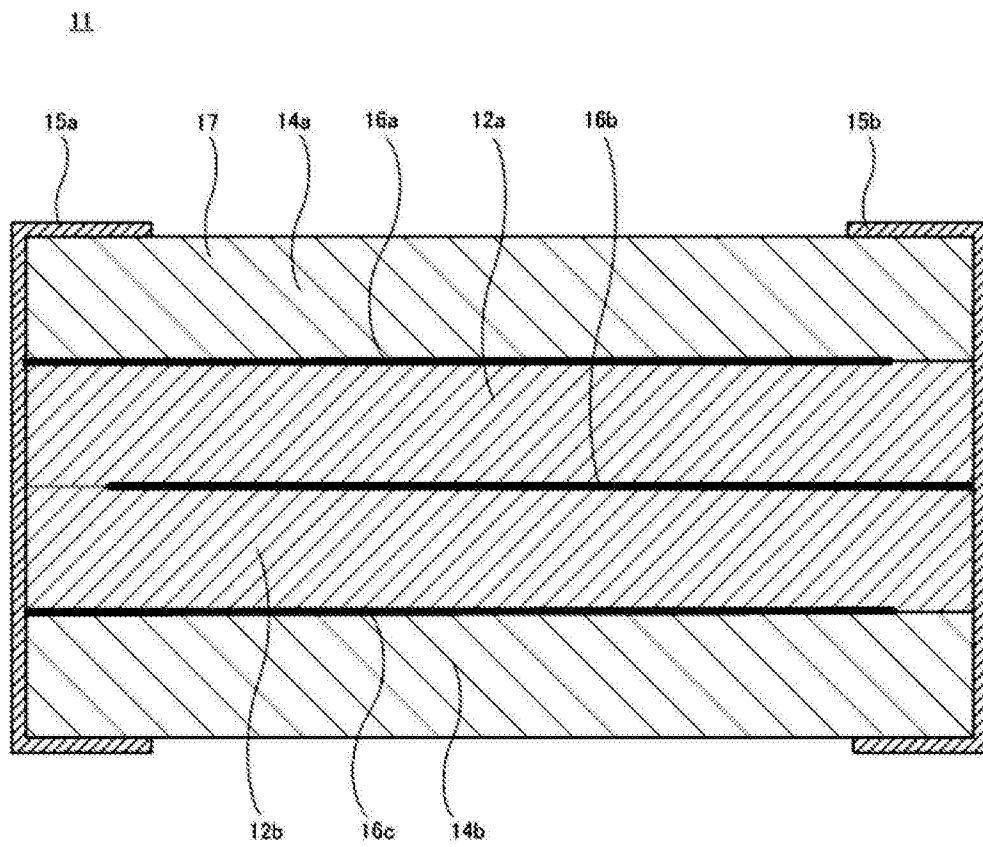
[図1]

FIG.1



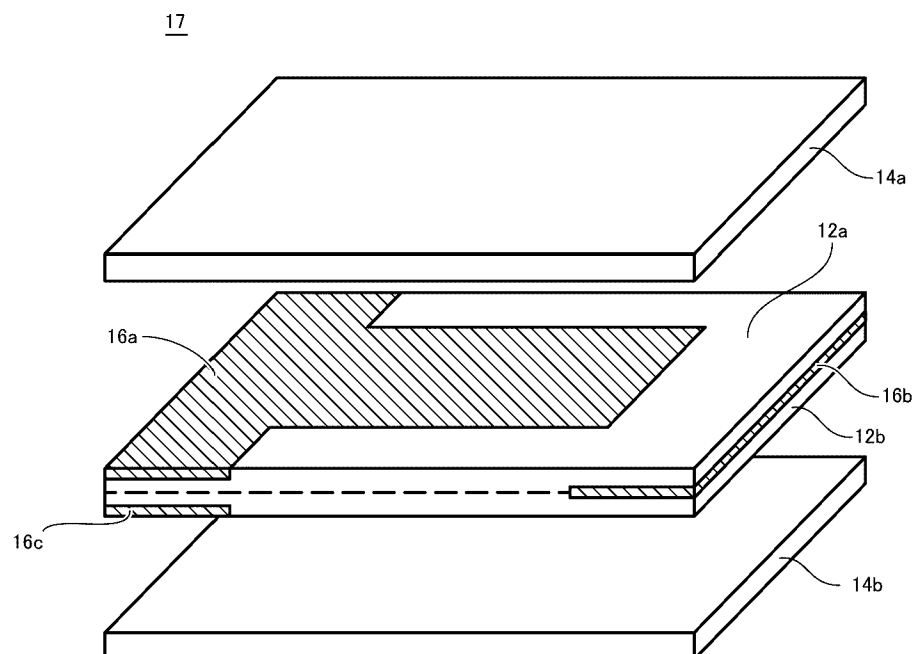
[図2]

FIG.2



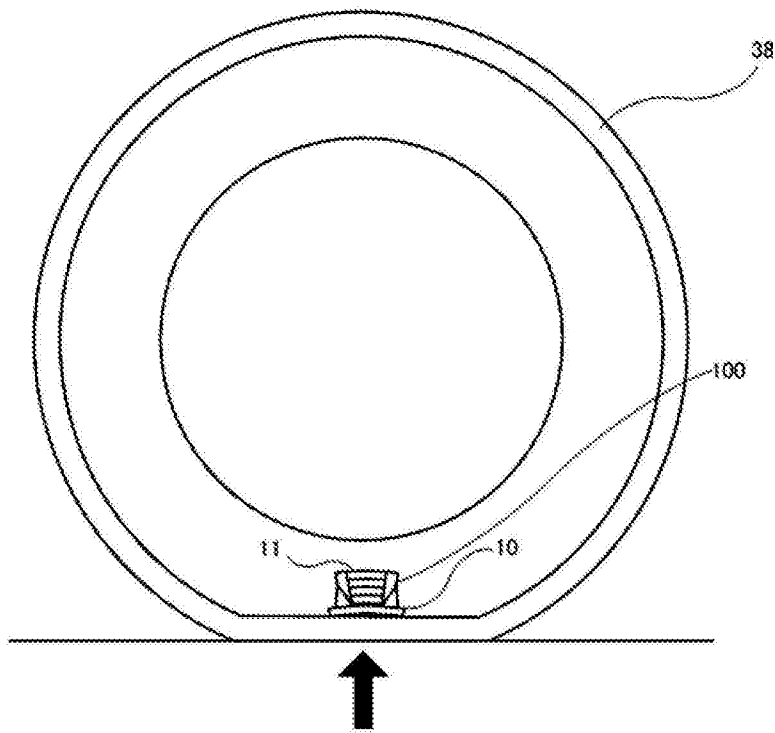
[図3]

FIG.3



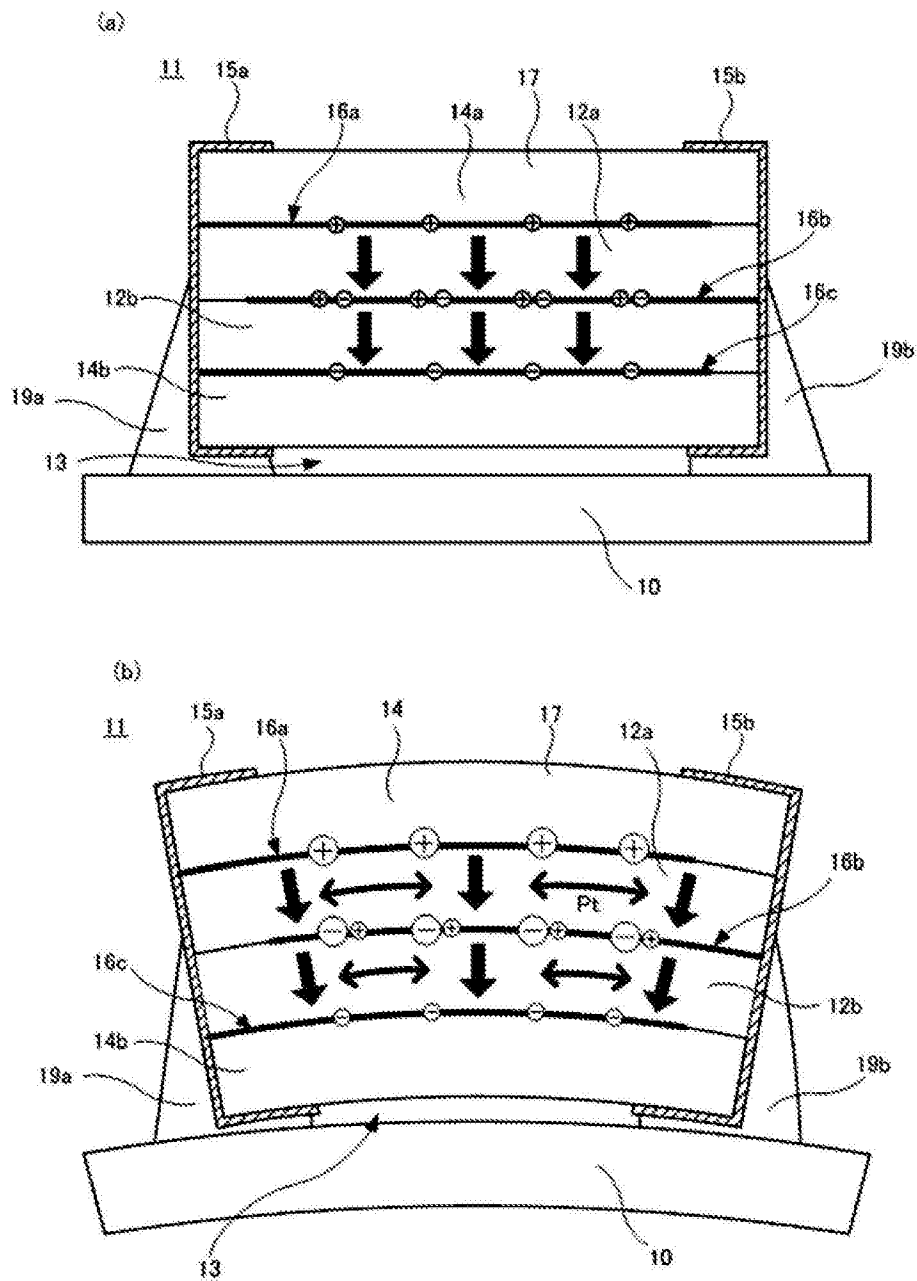
[図4]

FIG.4



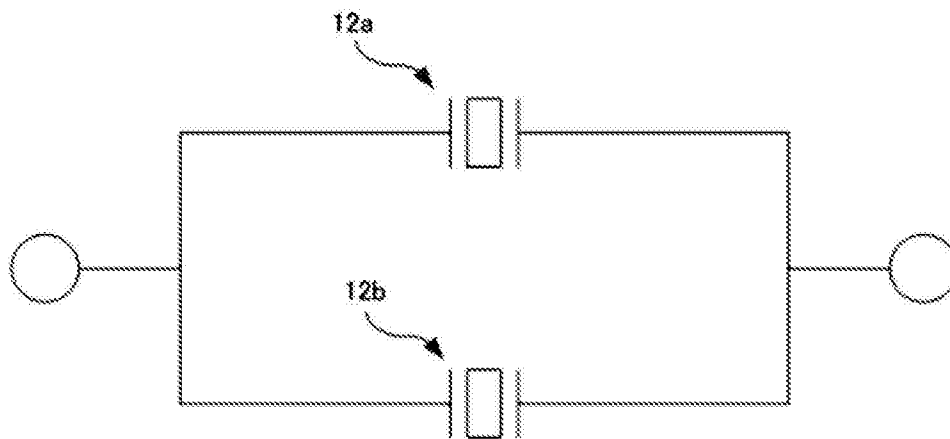
[図5]

FIG.5



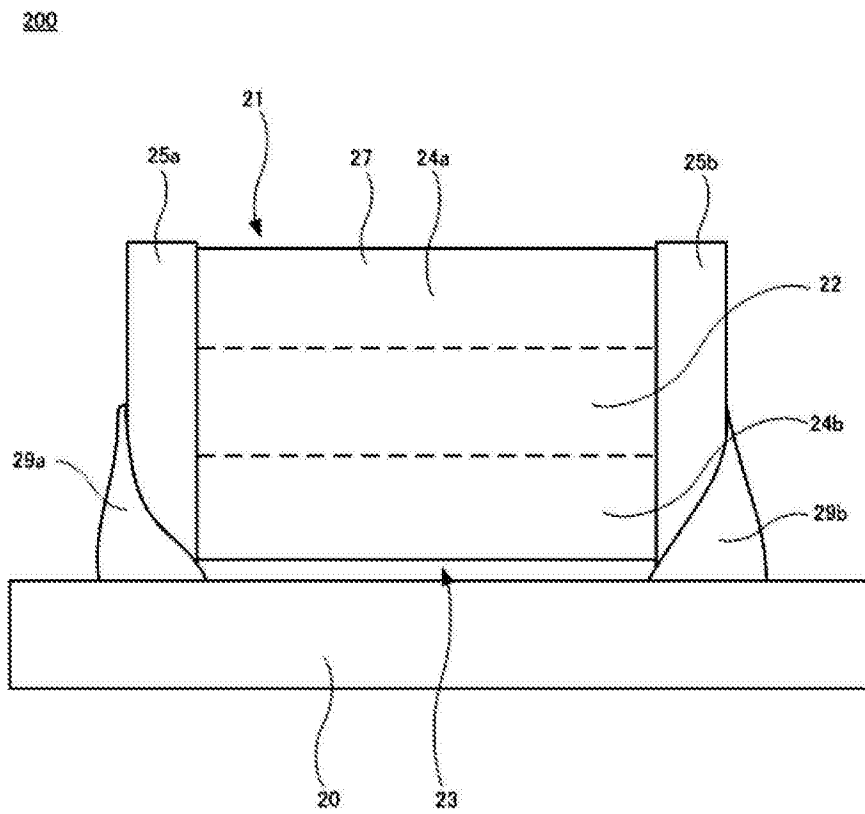
[図6]

FIG.6



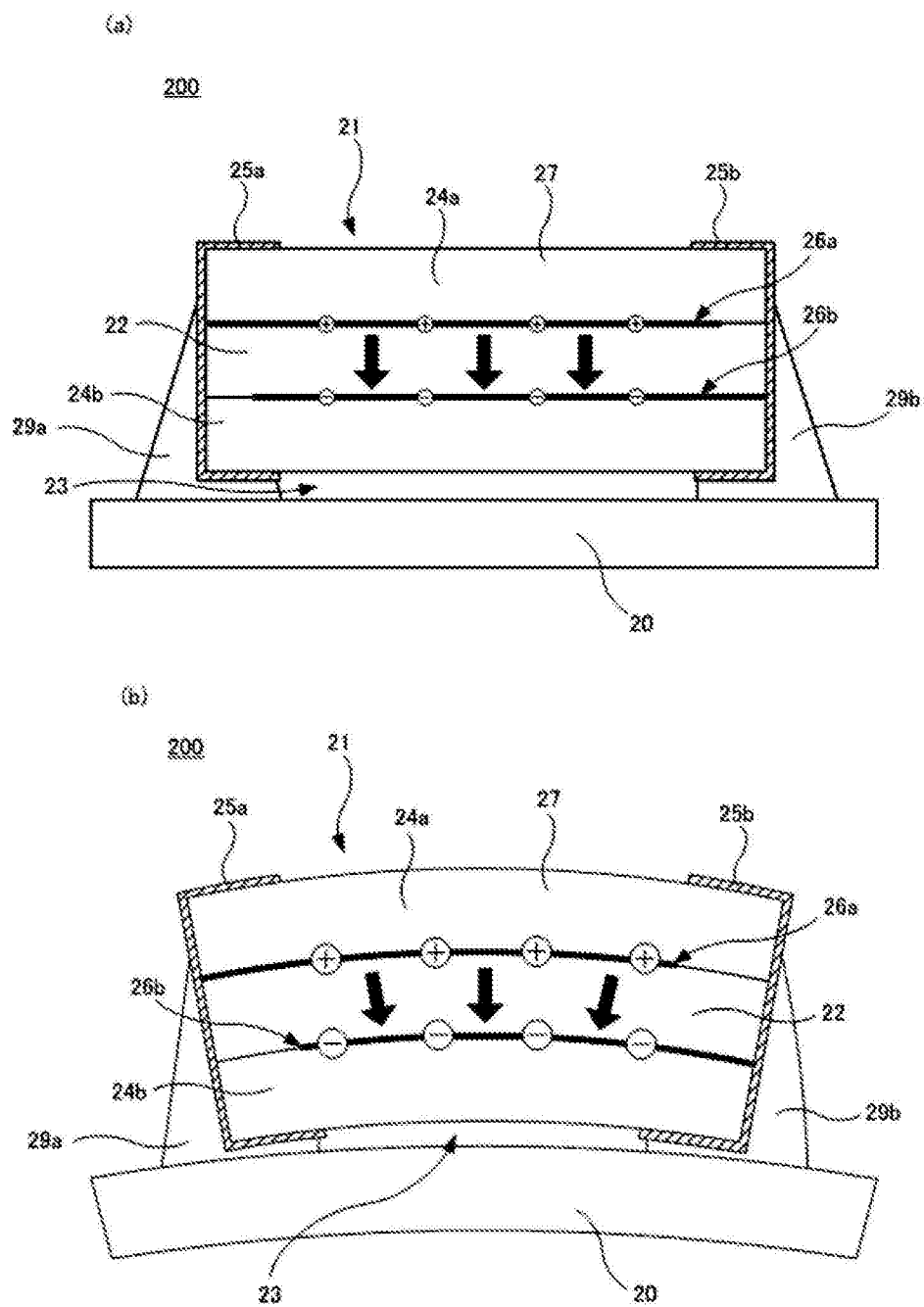
[図7]

FIG.7



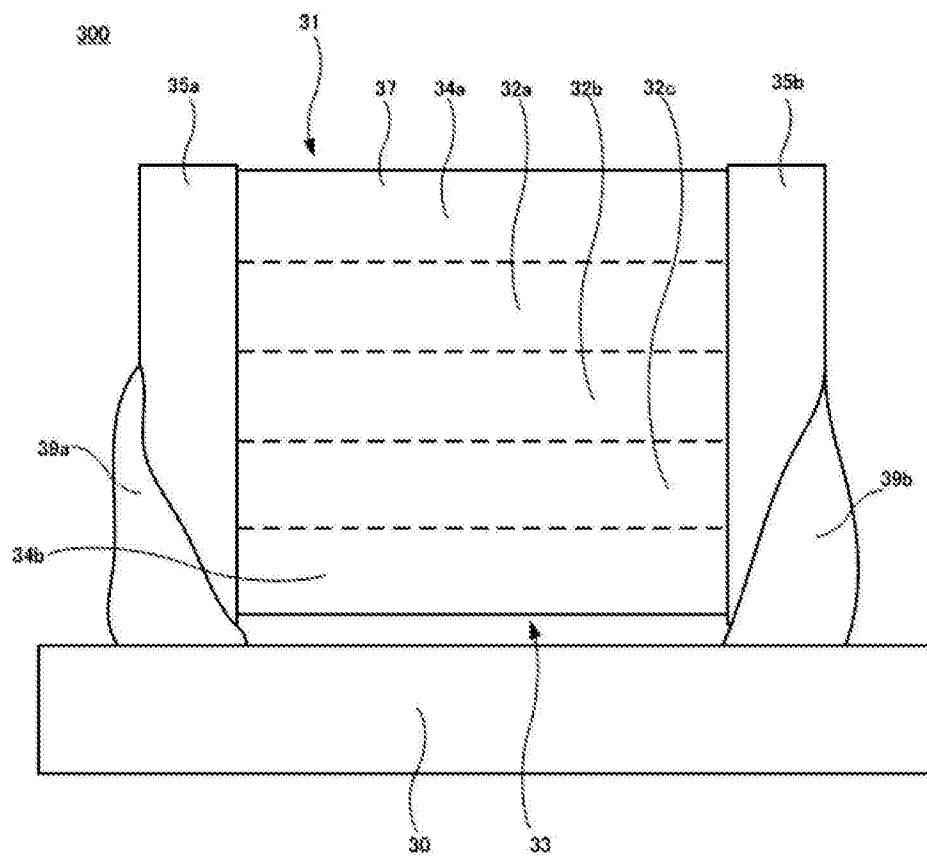
[図8]

FIG.8



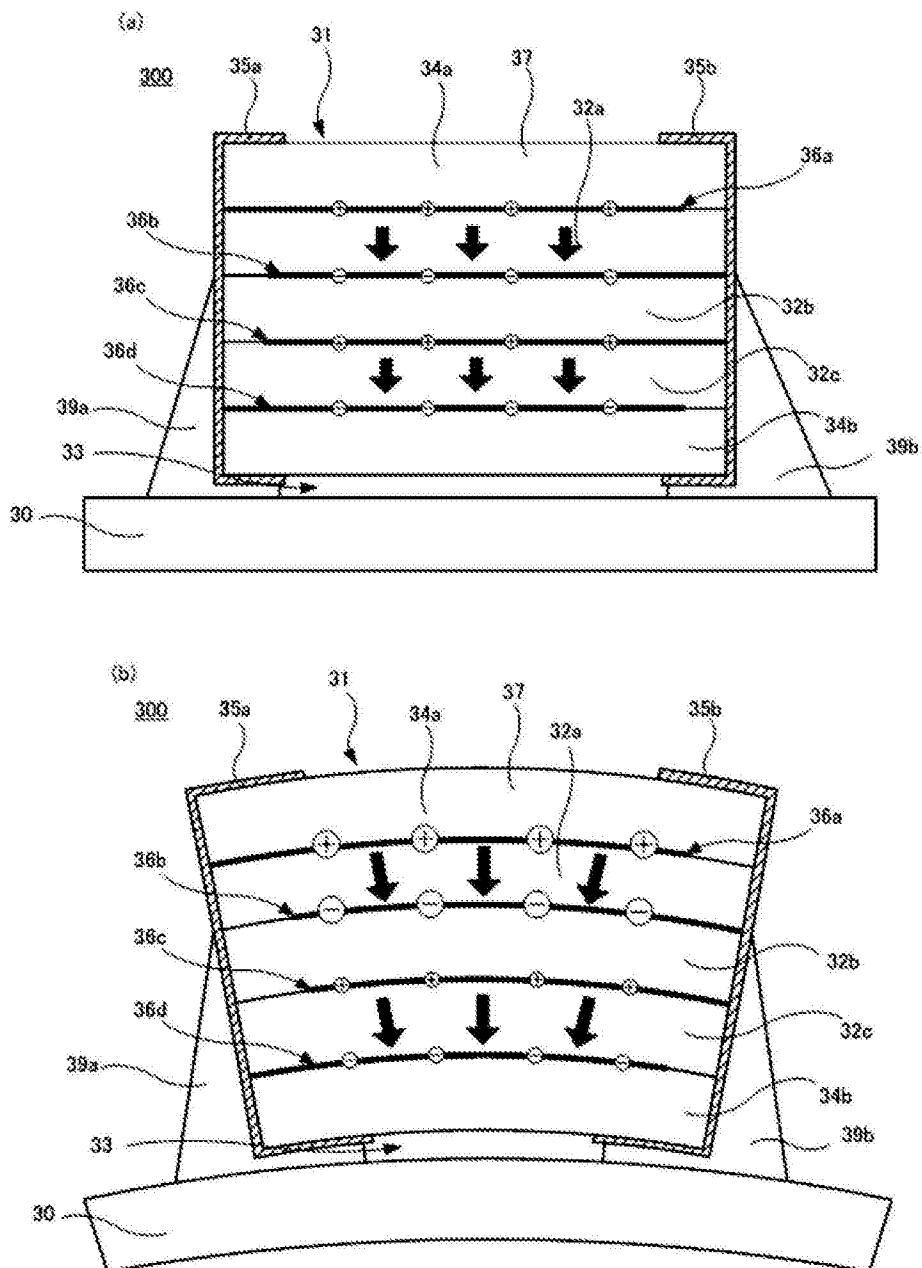
[図9]

FIG.9



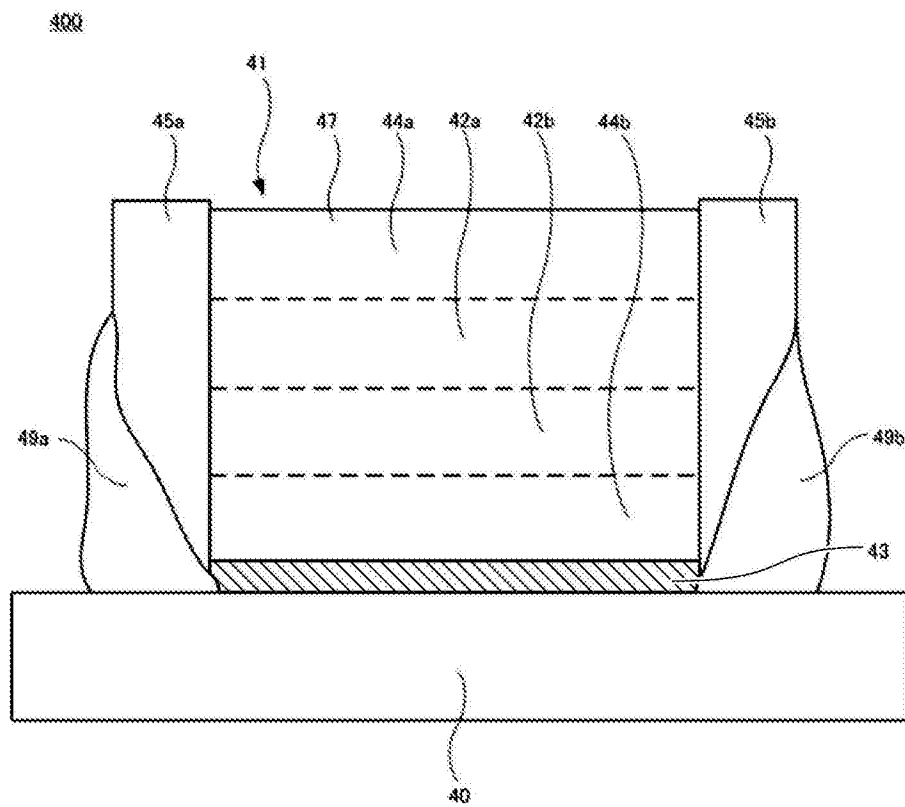
[図10]

FIG.10



[図11]

FIG.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/057866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/08(2006.01)i, B60C19/00(2006.01)i, G01L17/00(2006.01)i, H01L41/047(2006.01)i, H01L41/053(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/313(2013.01)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)

G01L9/08, B60C19/00, G01L17/00, G01L1/16, G01P15/09, H01L41/047, H01L41/053, H01L41/083, H01L41/113, H01L41/313

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2007-315958 A (TDK Corp.), 06 December 2007 (06.12.2007), paragraphs [0020] to [0038], [0068], [0082]; fig. 1, 2, 16	1, 3 2, 4, 5
Y	JP 2011-525046 A (Epcos AG.), 08 September 2011 (08.09.2011), paragraphs [0029] to [0039]; fig. 1 to 3	2, 4, 5
Y	JP 2000-114912 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 21 April 2000 (21.04.2000), paragraphs [0002] to [0003]; fig. 1	4, 5
A	JP 2013-101020 A (Seiko Epson Corp.), 23 May 2013 (23.05.2013), entire text; all drawings	1-5

☐ 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
07 April 2015 (07.04.15)

Date of mailing of the international search report
21 April 2015 (21.04.15)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2015/057866

JP 2007-315958 A	2007.12.06	(Family: none)
JP 2011-525046 A	2011.09.08	WO 2009/153266 A1 US 2011/0187239 A1 US 2013/0255049 A1 EP 2297797 B1 DE 102008029185 A1
JP 2000-114912 A	2000.04.21	(Family: none)
JP 2013-101020 A	2013.05.23	US 2013/0112010 A1 CN 103105250 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L9/08(2006.01)i, B60C19/00(2006.01)i, G01L17/00(2006.01)i, H01L41/047(2006.01)i,
H01L41/053(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/313(2013.01)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（I P C））

Int.Cl. G01L9/08, B60C19/00, G01L17/00, G01L1/16, G01P15/09, H01L41/047, H01L41/053, H01L41/083, H01L41/113,
H01L41/313

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	JP 2007-315958 A（T D K株式会社）	1, 3
Y	2007.12.06, 段落 [0020] - [0038], [0068], [0082], 図 1, 2, 16	2, 4, 5
Y	JP 2011-525046 A（エプコス アクチエンゲゼルシャフト） 2011.09.08, 段落 [0029] - [0039], 図 1-3	2, 4, 5
Y	JP 2000-114912 A（株式会社村田製作所） 2000.04.21, 段落 [0002] - [0003], 図 1	4, 5

☒ 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

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

公文代 康祐

2 F

4 7 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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	JP 2013-101020 A (セイコーエプソン株式会社) 2013.05.23, 全文, 全図	1-5

JP 2007-315958 A	2007. 12. 06	ファミリーなし
JP 2011-525046 A	2011. 09. 08	WO 2009/153266 A1 US 2011/0187239 A1 US 2013/0255049 A1 EP 2297797 B1 DE 102008029185 A1
JP 2000-114912 A	2000. 04. 21	ファミリーなし
JP 2013-101020 A	2013. 05. 23	US 2013/0112010 A1 CN 103105250 A