

(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
2018年3月8日(08.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/043340 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/05 (2006.01) H03H 9/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/030561
- (22) 国際出願日: 2017年8月25日(25.08.2017)
- (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 2016-169901 2016年8月31日(31.08.2016) 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: 杉 政 淳 (SUGIMASA, Atsushi); 〒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). 崔 弘 毅 (SAI, Koki); 〒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: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 T M I 総合法律事務所 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: PIEZOELECTRIC VIBRATOR

(54) 発明の名称: 圧電振動子

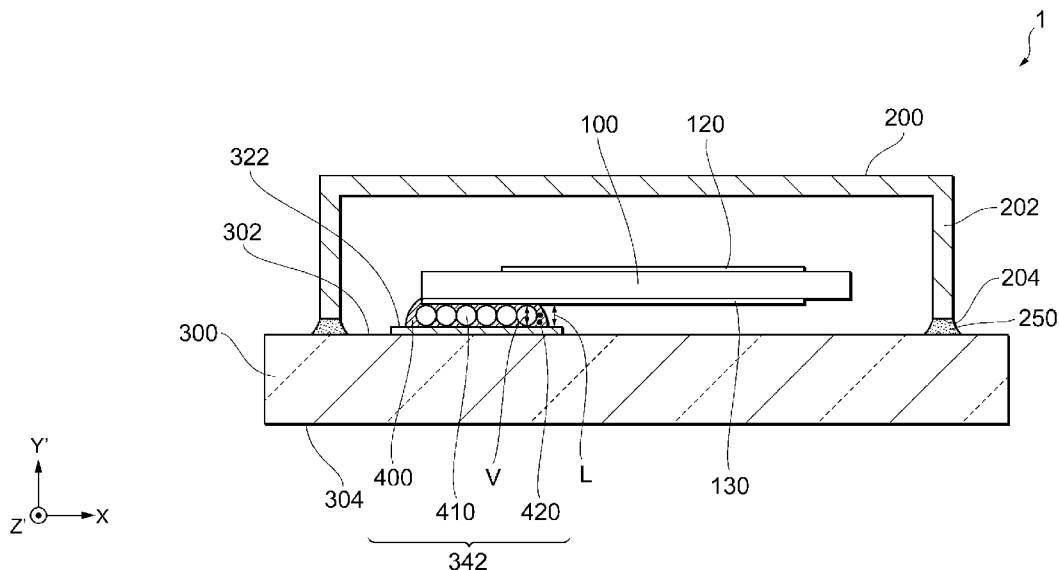


図 2

(57) **Abstract:** A piezoelectric vibrator (1) is provided with: a piezoelectric vibration element (100); a substrate (300) having a first main surface and a second main surface on the reverse side of the first main surface; and conductive holding members (340, 342) that hold the piezoelectric vibration element on the first main surface of the substrate. Each of the conductive holding members contains a plurality of metal particles (420), and a plurality of spherical spacers (410) that hold the piezoelectric vibration element by having a predetermined gap from

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, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the first main surface of the substrate, said conductive holding members having relationship of $W_{ave} < \{(2/\sqrt{3})-1\} \times V_{ave}$, where the average particle diameter of the spherical spacers is represented by V_{ave} , and the average particle diameter of the metal particles is represented by W_{ave} .

(57) 要約: 圧電振動子 (1) は、圧電振動素子 (100) と、対向する第1及び第2主面を有する基板 (300) と、圧電振動素子を基板の第1主面上に保持する導電性保持部材 (340, 342) と、を備え、導電性保持部材は、複数の金属粒子 (420) と、圧電振動素子を基板の第1主面から所定の間隔をあけて保持する複数の球状スペーサ (410) と、を含み、球状スペーサの平均粒子径を V_{ave} とし、金属粒子の平均粒子径を W_{ave} とした場合、 $W_{ave} < \{(2/\sqrt{3})-1\} \times V_{ave}$ の関係を有する。

明 細 書

発明の名称： 圧電振動子

技術分野

[0001] 本発明は、圧電振動子に関し、特に、圧電振動素子が導電性保持部材によって基板上に保持された圧電振動子に関する。

背景技術

[0002] 圧電振動子の一態様として、基板の主面に圧電振動素子が載置される構造が知られている。このような構造においては、圧電振動素子に形成された電極と基板に形成された電極との間に発生する寄生容量のばらつきが抑制されるよう、圧電振動素子と基板の主面との距離が一定に保たれることが好ましい。例えば、特許文献1には、圧電振動片を保持する保持部となる接着剤に球状スペーサが混入され、当該球状スペーサの直径により基板と圧電振動片の隙間が確保される圧電デバイスが開示されている。当該接着剤には、球状スペーサの直径の1/4以下である外形寸法の金属粒子が混入されており、電氣的導通が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-150452号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に開示されるような圧電デバイスでは、接着剤において金属粒子が球状スペーサによって形成された隙間に充分に入り込まず、接着剤の導電性が低下する問題がある。

[0005] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、圧電振動素子と基板主面との距離を一定に保ちつつ、圧電振動素子の保持部の導電性が向上する圧電振動子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

[0006] 本発明の一側面に係る圧電振動子は、圧電振動素子と、対向する第1及び第2主面を有する基板と、圧電振動素子を基板の第1主面上に保持する導電性保持部材と、を備え、導電性保持部材は、複数の金属粒子と、圧電振動素子を基板の第1主面から所定の間隔をあけて保持する複数の球状スペーサと、を含み、球状スペーサの平均粒子径を V_{ave} とし、金属粒子の平均粒子径を W_{ave} とした場合、 $W_{ave} < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$ の関係を有する。

[0007] 上記構成によれば、圧電振動素子の保持部において、金属粒子が球状スペーサによって形成された隙間に充分に入り込むことができる。従って、当該保持部の導電性が向上する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、圧電振動素子と基板主面との距離を一定に保ちつつ、圧電振動素子の保持部の導電性が向上する圧電振動子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る圧電振動子の分解斜視図である。

[図2]図2は、図1のⅠⅠ－ⅠⅠ線断面図である。

[図3]図3は、導電性保持部材の上面図を模式的に示した図であり、具体的には導電性保持部材342に接着剤400、複数の球状スペーサ410及び複数の金属粒子420が含まれた様子を示す図である。

[図4]図4は、球状スペーサの大きさと金属粒子の大きさの関係を説明するための概念図であり、具体的には3つの球状スペーサによって形成された隙間に1つの金属粒子が入り込む様子を示す図である。

[図5]図5は、球状スペーサの大きさと金属粒子の大きさの関係を説明するための概念図であり、具体的には3つの球状スペーサによって形成された隙間に3つの金属粒子が入り込む様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、

各部の寸法や形状は模式的なものであり、本願発明の技術的範囲を当該実施形態に限定して解すべきではない。

[0011] 図1及び図2を参照しつつ、本発明の一実施形態に係る圧電振動子1を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る圧電振動子の分解斜視図であり、図2は、図1のI-I線断面図である。

[0012] 図1に示されるように、本実施形態に係る圧電振動子1は、圧電振動素子100 (Piezoelectric Resonator) と、蓋部材200と、基板300と、を備える。蓋部材200及び基板300は、圧電振動素子100を収容するための保持器（ケース又はパッケージ）の構成の一部である。

[0013] 圧電振動素子100は、圧電基板110と、圧電基板110の表裏面にそれぞれ設けられた励振電極 (Excitation Electrodes) 120, 130（以下では、「第1励振電極120」及び「第2励振電極130」ともいう。）と、を含む。

[0014] 圧電基板110は、所定の圧電材料から形成され、その材料は特に限定されるものではない。図1に示される例では、圧電基板110は、所定の結晶方位を有する人工水晶 (Synthetic Quartz Crystal) から形成されている。圧電基板110は、例えば、ATカットされた水晶片 (Quartz Crystal Element) である。ATカットされた水晶片は、人工水晶の結晶軸であるX軸、Y軸、Z軸のうち、Y軸及びZ軸をX軸の周りにY軸からZ軸の方向に35度15分±1分30秒分回転させた軸をそれぞれY'軸及びZ'軸とした場合、X軸及びZ'軸によって特定される面（以下、「XZ'面」と呼ぶ。他の軸によって特定される面についても同様である。）と平行な面を主面として切り出されたものである。図1に示される例では、ATカットされた水晶片である圧電基板110は、X軸に沿って延びる長辺と、Z'軸に沿って延びる短辺と、Y'軸に沿って延びる厚み方向の辺と、を有しており、XZ'面において略矩形状をなしている。ATカットされた水晶片を用いた圧電振動素子は、広い温度範囲

で高い周波数安定性を有し、また、経時変化特性にも優れている。また、A Tカットされた水晶片を用いた圧電振動素子（すなわち、水晶振動素子（*Quartz Crystal Resonator*））は、主要振動として厚みすべり振動モード（*Thickness Shear Mode*）を含む。以下、A Tカットの軸方向を基準として圧電振動子1の各構成を説明する。

[0015] なお、圧電基板は上記構成に限定されるものではなく、例えば、Z'軸に沿って延びる長辺と、X軸に沿って延びる短辺とを有する矩形状のA Tカットされた水晶片を適用してもよい。あるいは、主要振動が厚みすべり振動モードを含んでいれば、例えば、B TカットなどのA Tカット以外のカットの水晶片であってもよい。また、圧電基板の材料は水晶に限定されるものではなく、例えば、P Z Tなどの圧電セラミックや酸化亜鉛などのその他の圧電材料を用いてもよい。また、圧電振動素子は、例えばMEMS（*Micro Electro Mechanical Systems*）であってもよく、具体的には、シリコン基板にMEMSを形成したS i-MEMSを用いてもよい。さらに、圧電振動素子は、A l N、L i T a O₃、L i N b O₃、P Z Tなどの所定の圧電材料を用いた圧電MEMSであってもよい。

[0016] 第1励振電極120は、圧電基板110の第1主面112に形成され、第2励振電極130は、圧電基板110の第2主面114に形成されている。第1励振電極120及び第2励振電極130は、一对の電極であり、X Z'面を平面視した場合に略全体が重なり合うように配置されている。

[0017] 圧電基板110には、第1励振電極120に引出電極122を介して電氣的に接続された接続電極124と、第2励振電極130に引出電極132を介して電氣的に接続された接続電極134と、が形成される。具体的には、引出電極122は、第1主面112において第1励振電極120からX軸負方向側短辺に向かって引き出され、さらに圧電基板110のZ'軸正方向側の側面を通して、第2主面114に形成された接続電極124に接続される。他方、引出電極132は、第2主面114において第2励振電極130か

らX軸負方向側短辺に向かって引き出され、第2主面114に形成された接続電極134に接続される。接続電極124, 134はX軸負方向側短辺に沿って配置され、導電性保持部材340, 342（保持部）を介して基板300に電氣的導通を図るとともに機械的に保持される。なお、接続電極124, 134及び引出電極122, 132の配置やパターン形状は限定されるものではなく、他の部材との電氣的接続を考慮して適宜変更されてもよい。

[0018] 第1励振電極120及び第2励振電極130を含む上記各電極は、例えば、圧電基板110の表面に接合力を高めるためクロム（Cr）層が下地として形成されており、クロム層の表面に金（Au）層が形成されている。なお、その材料は限定されるものではない。

[0019] 図2に示されるように、蓋部材200は、基板300の第1主面302に対向して開口した凹部を有している。蓋部材200は、開口の全周に亘って、凹部の底面から立ち上がるように形成された側壁部202が設けられており、側壁部202は、基板300の第1主面302に対向する端面204を有している。端面204は、接合材250を介して基板300の第1主面302と接合される。なお、蓋部材200は基板300に接合されたときに圧電振動素子100を内部空間に収容することができる形状であればよく、その形状は特に限定されるものではない。蓋部材200の材質は特に限定されるものではないが、例えば金属などの導電性材料で構成されていてもよい。これによれば、蓋部材200を接地電位に電氣的に接続させることによりシールド機能を付加することができる。蓋部材200が金属によって形成される場合、例えば、鉄（Fe）及びニッケル（Ni）を含む合金（例えば42アロイ）で形成されてもよい。あるいは、蓋部材200の表面にさらに金（Au）層などの表面層が形成されてもよい。表面に金層が形成されることにより、蓋部材200の酸化防止を図ることができる。あるいは、蓋部材200は、絶縁材料又は導電材料及び絶縁材料の複合構造であってもよい。

[0020] 図1に戻り、基板300は、圧電振動素子100を保持するものである。図1に示される例では、圧電振動素子100が、導電性保持部材340, 3

42を介して基板300の第1主面302上に励振可能に保持されている。

[0021] 基板300は、X軸に沿って延びる長辺と、Z'軸に沿って延びる短辺と、Y'軸に沿って延びる厚み方向の辺と、を有しており、XZ'面において略矩形状をなしている。基板300は、例えば単層の絶縁性セラミックで形成されている。別の実施形態として、基板300は、複数の絶縁性セラミックシートを積層して焼成することによって形成されてもよい。基板300は耐熱性材料から構成されることが好ましい。なお、基板300は、図1に示されるように平板状をなしていてもよく、又は蓋部材200に対向する向きに開口した凹状をなしていてもよい。

[0022] 基板300には、第1主面302に接続電極320、322、コーナー電極324、326、及び引出電極320a、322aが形成され、側面に側面電極330、332、334、336が形成され、第2主面304に外部電極360、362、364、366が形成されている。

[0023] 接続電極320、322は、基板300の第1主面302上において、X軸負方向側の短辺に沿ってかつ当該短辺から間隔を空けて形成されている。接続電極320は導電性保持部材340を介して圧電振動素子100の接続電極124と接続され、接続電極322は、導電性保持部材342を介して圧電振動素子100の接続電極134と接続される。接続電極320、322の材料は特に限定されないが、例えば、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、及び金(Au)の積層により構成される。なお、導電性保持部材340、342は、例えば、接着剤が熱硬化されて形成される。導電性保持部材340、342の構成の詳細については後述する。

[0024] 引出電極320aは、接続電極320から基板300の1つの角部に設けられた側面電極330に向かって引き出されている。引出電極322aは、接続電極322から基板300における側面電極330の対角位置にある角部に設けられた側面電極332に向かって、X軸方向に沿って引き出されている。

[0025] 本実施形態においては、残りの角部（接続電極320、322と電氣的に

接続された引出電極 320a, 322a が配置された角部以外の角部) にコーナー電極 324, 326 が形成されている。コーナー電極 324, 326 は、第 1 励振電極 120 及び第 2 励振電極 130 のいずれとも電氣的に接続されていない電極である。

[0026] 複数の側面電極 330, 332, 334, 336 は、それぞれ、基板 300 の各角部付近の側面に形成されている。また、複数の外部電極 360, 362, 364, 366 は、それぞれ、基板 300 の第 2 主面 304 上の各角部付近に形成されている。具体的には、側面電極 330 及び外部電極 360 は X 軸負方向及び Z' 軸正方向側の角部に配置され、側面電極 332 及び外部電極 362 は X 軸正方向及び Z' 軸負方向側の角部に配置され、側面電極 334 及び外部電極 364 は X 軸正方向及び Z' 軸正方向側の角部に配置され、側面電極 336 及び外部電極 366 は X 軸負方向及び Z' 軸負方向側の角部に配置されている。

[0027] 側面電極 330, 332, 334, 336 は、第 1 主面 302 と第 2 主面 304 の各電極を電氣的に接続するために設けられている。図 1 に示される例では、基板 300 の角部は、その一部が円筒曲面状（キャストレーション形状とも呼ばれる。）に切断して形成された切り欠き側面をなしており、このような切り欠き側面に側面電極 330, 332, 334, 336 が形成されている。なお、基板 300 の角部の形状はこれに限定されるものではなく、切り欠きの形状は平面状であってもよく、又は切り欠きがなく、平面視して四隅が直角である矩形状であってもよい。

[0028] 外部電極 360, 362, 364, 366 は、実装基板（図示しない）と電氣的に接続するための電極である。外部電極 360, 362, 364, 366 は、各々、対応する角部の側面に形成された側面電極 330, 332, 334, 336 に電氣的に接続される。これにより、外部電極 360, 362, 364, 366 は、側面電極 330, 332, 334, 336 を介して基板 300 の第 1 主面 302 側の電極に電氣的に導通可能となる。

[0029] 具体的には、複数の外部電極のうち、外部電極 360 は、側面電極 330

、引出電極 320a、接続電極 320、及び導電性保持部材 340 を介して第 1 励振電極 120 に電氣的に接続され、外部電極 362 は、側面電極 332、引出電極 322a、接続電極 322、及び導電性保持部材 342 を介して第 2 励振電極 130 に電氣的に接続される。すなわち、外部電極 360、362 は、第 1 励振電極 120 又は第 2 励振電極 130 と電氣的に接続される入出力端子である。

[0030] また、残りの外部電極 364、366 は、圧電振動素子 100 の第 1 励振電極 120 又は第 2 励振電極 130 とは電氣的に接続されることがないダミー電極である。外部電極 364、366 を形成することにより、全ての角部に外部電極を形成することができるため、圧電振動子 1 を他の部材に電氣的に接続する処理工程が容易となる。なお、外部電極 364、366 は、接地電位が供給される接地用電極としての機能を有していてもよい。例えば、蓋部材 200 が導電性材料からなる場合、蓋部材 200 を接地用電極である外部電極 364、366 に電氣的に接続することにより、蓋部材 200 にシールド機能を付与することができる。

[0031] なお、基板 300 に形成される接続電極、コーナー電極、引出電極、側面電極、及び外部電極の各構成は上述の例に限定されるものではなく、様々に変形して適用することができる。例えば、外部電極の個数は 4 つに限るものではなく、例えば対角上に配置された 2 つの入出力端子のみであってもよい。また、側面電極は角部に配置されたものに限らず、角部を除く基板 300 のいずれかの側面に形成されてもよい。この場合、既に説明したとおり、側面の一部を円筒曲面状に切断した切り欠き側面を形成し、角部を除く当該側面に側面電極を形成してもよい。さらに、コーナー電極 324、326、側面電極 334、336、及び外部電極 364、366 は形成しなくてもよい。また、基板 300 に第 1 主面 302 から第 2 主面 304 へ貫通するスルーホールを形成し、このスルーホールによって第 1 主面 302 に形成した接続電極から第 2 主面 304 へ電氣的導通を図ってもよい。

[0032] 接合材 250 は、蓋部材 200 及び基板 300 のそれぞれの全周に亘って

設けられ、蓋部材 200 の側壁部 202 の端面 204 と基板 300 の第 1 主面 302 とを接合する。接合材 250 の材料は限定されるものではないが、例えば金 (Au) - 錫 (Sn) 共晶合金としてもよい。蓋部材と基板の接合を金属接合とすることにより、蓋部材が導電性材料で構成されている場合、蓋部材と基板との間の電氣的導通を図ることができる。また、封止性を向上させることができる。

[0033] 蓋部材 200 及び基板 300 の両者が接合材 250 を介して接合されることによって、圧電振動素子 100 が、蓋部材 200 の凹部と基板 300 とによって囲まれた内部空間 (キャビティ) に密封封止される。この場合、内部空間の圧力は大気圧力よりも低圧な真空状態であることが好ましく、これにより第 1 励振電極 120 及び第 2 励振電極 130 の酸化による経時変化などが低減される。

[0034] 上述の構成により、圧電振動子 1 においては、基板 300 の外部電極 360, 362 を介して、圧電振動素子 100 における一对の第 1 励振電極 120 及び第 2 励振電極 130 の間に交番電界が印加される。これにより、厚みすべり振動モードを含む振動モードによって圧電基板 110 が振動し、該振動に伴う共振特性が得られる。

[0035] 次に、図 2 及び図 3 を参照しつつ、導電性保持部材について詳細に説明する。図 3 は、導電性保持部材の上面図を模式的に示した図であり、具体的には導電性保持部材 342 に接着剤 400、複数の球状スペーサ 410 及び複数の金属粒子 420 が含まれた様子を示す図である。なお、図 3 は、接続電極 322 上に設けられた導電性保持部材 342 を基板 300 の平面視 (すなわち、XZ 面の平面視) を模式的に示しており、蓋部材 200 及び圧電振動素子 100 が省略されている。また、以下の説明において、導電性保持部材 340 については導電性保持部材 342 と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0036] 図 2 及び図 3 に示されるように、導電性保持部材 342 は、接着剤 (バインダー) 400、複数の球状スペーサ 410 及び複数の金属粒子 420 を含

む。なお、接着剤400は、例えば樹脂を主成分とする。

[0037] 複数の球状スペーサ410の各々は、例えば、弾力性を有するゴム、又は、シリコン樹脂などのプラスチック等の樹脂を主成分とする。本実施形態では、複数の球状スペーサ410にはシリコン樹脂が用いられている。接着剤400及び球状スペーサ410がいずれも樹脂を主成分とする場合、接着剤400及び球状スペーサ410は、例えば種類の異なる樹脂が用いられることにより、両者が区別されてもよい。複数の球状スペーサ410の各々は、例えば球形状をなす。なお、球形状とは、球形に限られず、楕円形や、球形又は楕円形が多少変形した形状などを含む。本実施形態においては、複数の球状スペーサ410は金属により被覆されておらず、表面に絶縁体であるシリコン樹脂材料が露出している。このような球状スペーサ410は、金属により被覆された球状スペーサに比べてヤング率が小さく、音響インピーダンスが低い。

[0038] 複数の球状スペーサ410は、各々、粒子径 V を有し、当該粒子径 V の平均値を平均粒子径 V_{ave} とする。なお、本明細書において球状スペーサの粒子径 V とは、任意の断面視における球状スペーサの断面面積から求められる円相当径のことである。当該断面視は、例えば、集束イオンビーム（FIB：Focused Ion Beam）を用いた走査イオン顕微鏡による1万倍の倍率にて取得された導電性保持部材の断面画像である。また、平均粒子径 V_{ave} とは、断面の異なる10枚の導電性保持部材の断面画像のそれぞれにおいて、最大長さとして推定される10個の粒子を選択した合計100個の球状スペーサの粒子径の平均値である。なお、導電性保持部材に添加する前の球状スペーサが測定できる場合、レーザー回折・散乱法の粒子径分布測定装置を用いて平均粒子径を測定してもよい。この粒子径及び平均粒子径についての定義は、後述する金属粒子の粒子径及び平均粒子径においても同様である。

[0039] 球状スペーサ410の粒子径 V は、圧電振動素子100の第2主面114に形成された第2励振電極130の表面と、基板300の第1主面302に

形成された接続電極 3 2 2 の表面との距離 L との関係において、当該距離 L と等しいか、又は当該距離 L より小さい（すなわち、 $V \leq L$ を満たす）（図 2 参照）。そして、接続電極 3 2 2 の表面上に、複数の球状スペーサ 4 1 0 を挟んで圧電振動素子 1 0 0 が載置される。これにより、基板 3 0 0 の第 1 主面 3 0 2 の法線方向、すなわち図 2 に示される Y' 軸方向においては、圧電振動素子 1 0 0 が接続電極 3 2 2 の表面から当該球状スペーサの粒子径 V に応じた間隔をあけて保持されることとなる。具体的には、例えば、図 2 に示されるように球状スペーサ 4 1 0 が Y' 軸方向に 1 段積まれる場合は、圧電振動素子 1 0 0 は球状スペーサ 4 1 0 の粒子径 V に相当する間隔（例えば、 $5 \sim 6 \mu m$ 程度）をあけて保持される。あるいは、例えば、球状スペーサ 4 1 0 が Y' 軸方向に 2 段積まれる場合は、圧電振動素子 1 0 0 は球状スペーサ 4 1 0 の粒子径 V の約 2 倍に相当する間隔（例えば、 $10 \sim 11 \mu m$ 程度）をあけて保持される。なお、球状スペーサ 4 1 0 は、接続電極 3 2 2 と圧電振動素子 1 0 0 との間に挟まれることによってわずかに変形し、 Y 軸方向の長さが接着前の粒子径 V より短くなっている。このようにして、圧電振動素子 1 0 0 の第 2 主面 1 1 4 と基板 3 0 0 の第 1 主面 3 0 2 との距離が一定に保たれることとなり、当該両主面に形成される電極間に発生する寄生容量の大きさを一定に保つことができる。

[0040] また、 XZ' 面の平面視においては、複数の球状スペーサ 4 1 0 は、例えば接続電極 3 2 2 上に敷き詰められて設けられている（図 3 参照）。ここで、「敷き詰められる」とは、図 3 に示されるように、複数の球状スペーサ 4 1 0 のうち隣り合う球状スペーサの表面が互いに接触するように配置された状態である。この時、図 3 に示されるように、基板の第 1 主面上には、互いに隣り合う 3 つの球状スペーサ 4 1 0 a, 4 1 0 b, 4 1 0 c により構成される球状スペーサ組が複数配置されている。また、互いに隣接する 3 つの球状スペーサ 4 1 0 a ~ 4 1 0 c によって囲まれた領域には隙間が形成される。なお、球状スペーサ組が Y' 軸方向に複数段積まれる場合は、 Y' 軸方向に積まれた球状スペーサ組の間にも、当該隙間と同様の隙間が形成されるこ

となる。

[0041] 複数の金属粒子420の各々は、複数の金属原子が結合してなる粒子である。複数の金属粒子420の材料は特に限定されないが、例えば、銀（Ag）等を主成分とする。複数の金属粒子420が接着剤400の間において互いに接触しつつ硬化されることにより、導電性保持部材342が導電性を備えつつ保持部材として機能する接着剤となる。複数の金属粒子420は、各々、粒子径Wを有し、当該粒子径Wの平均値を平均粒子径 W_{ave} とする。なお、複数の金属粒子420の粒子径のばらつき（すなわち、粒子径分布）は、例えば、標準偏差 σ の正規分布関数に近似できる。複数の金属粒子420の各々は、接続電極322上に敷き詰められた複数の球状スペーサ410によって形成される隙間に入り込むように配置され、Y'軸方向に互いに接触して連なっている。すなわち、金属粒子420の粒子径Wは、球状スペーサ組を構成する3つの球状スペーサ410a～410cによって形成される隙間よりも小さい。この点について、図4及び図5を参照しつつ説明する。なお、図4及び図5では、球状スペーサと金属粒子がいずれもそれぞれに外接する球体であると仮定して説明する。

[0042] 図4は、球状スペーサの大きさと金属粒子の大きさの関係を説明するための概念図であり、具体的には、基板300の第1主面302上に並ぶ互いに隣り合う3つの球状スペーサによって形成された隙間に1つの金属粒子が入り込む様子を示す図である。また、図5は、球状スペーサの大きさと金属粒子の大きさの関係を説明するための概念図であり、具体的には3つの球状スペーサによって形成された隙間に3つの金属粒子が入り込む様子を示す図である。なお図4及び図5は、図3に示されるように複数の球状スペーサが均等に敷き詰められた場合に、XZ'面と平行な断面であって、隣接する複数の球状スペーサの表面が互いに接する高さの断面を模式的に示している。すなわち、当該高さでは、複数の球状スペーサによって形成される隙間が最も狭くなる。球状スペーサに相当する球の断面の大円10a, 10b, 10cの半径をR（ $V/2$ に相当）とし、金属粒子に相当する球の断面の小円20

a , $20b$, $20c$ の半径を r ($W/2$ に相当) とする。

[0043] 図4は、ある球状スペーサ組において、3つの球状スペーサによって形成された隙間に1つの金属粒子が入り込む場合を示した概念図である。大円10aの中心をO、小円20aの中心をP、大円10aと大円10bとの接点をQとすると、線分OQ=R、線分OP=(R+r)である。また、三角形OPQにおいて、角OQP=90度、角OPQ=60度であるため、線分OQ:線分OP=R:(R+r)= $\sqrt{3}$:2となる。従って、以下の式(1)が成立する。

$$r = \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times R \cdots (1)$$

[0044] 上記式(1)より、粒子径Wの1つの金属粒子が、粒子径Vの3つの球状スペーサによって形成された隙間に入り込む条件は、以下の式(2)となる。

$$W < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V \cdots (2)$$

[0045] 従って、以下の式(3)を満たすと、平均粒子径 W_{ave} の複数の金属粒子のうち一部の金属粒子が、平均粒子径 V_{ave} の複数の球状スペーサによって形成された隙間に入り込むことができる。なお、例えば金属粒子の平均粒子径 W_{ave} が $W_{ave} = \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$ を満たす場合、当該平均粒子径 W_{ave} より小さい粒子径Wを有する金属粒子が、当該隙間に入り込むことができ、その割合は、例えば導電性保持部材に含まれる金属粒子全体の半分程度である。

$$W_{ave} < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave} (\div 0.15 \times V_{ave}) \cdots (3)$$

[0046] また、導電性保持部材に含まれる金属粒子の粒子径分布を標準偏差 σ の正規分布関数に近似した場合、以下の式(4)~(6)をさらに満たすと、平均粒子径 W_{ave} の複数の金属粒子のうち大部分(例えば、式(5)を満たす場合は、全体の95%程度)の金属粒子が、平均粒子径 V_{ave} の複数の球状スペーサによって形成された隙間に入り込むことができる。

$$W_{ave} + \sigma < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave} \cdots (4)$$

$$W_{ave} + 2\sigma < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave} \cdots (5)$$

$$W_{ave} + 3\sigma < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave} \cdots (6)$$

[0047] 図5は、ある球状スペーサ組において、3つの球状スペーサによって形成された隙間に3つの金属粒子が入り込む場合を示した概念図である。なお、大円10a、10b、10cについては円弧の一部が示されている。大円10aの中心をO、小円20aの中心をP、大円10aと大円10bとの接点をQ、大円10aと小円20aの接点をS、小円20aと小円20cの接点をT、直線OTと直線QPの交点をUとすると、線分OQ=R、線分OP=(R+r)、線分PT=rである。また、三角形POTにおいて、角PTO=90度であるため、三平方の定理より、線分OT= $\sqrt{\{(R+r)^2 - r^2\}}$ である。また、三角形PTUにおいて、角PTU=90度、角PUT=60度であるため、線分TU= $(1/\sqrt{3}) \times r$ である。従って、線分OU= $\sqrt{\{(R+r)^2 - r^2\}} + (1/\sqrt{3}) \times r$ である。また、三角形OQUにおいて、角OQU=90度、角OUQ=60度であるため、線分OQ:線分OU=R: $\sqrt{\{(R+r)^2 - r^2\}} + (1/\sqrt{3}) \times r = \sqrt{3}:2$ となる。従って、以下の式(7)が成立する。

$$r = (5 - 2\sqrt{6}) \times R \cdots (7)$$

[0048] 上記式(7)より、粒子径Wの3つの金属粒子が、粒子径Vの3つの球状スペーサによって形成された隙間に入り込む条件は、以下の式(8)となる。

$$W < (5 - 2\sqrt{6}) \times V \cdots (8)$$

[0049] 従って、以下の式(9)を満たすと、平均粒子径 W_{ave} の複数の金属粒子のうち一部(例えば、導電性保持部材に含まれる金属粒子全体の半分程度)の金属粒子が、3つ同時に平均粒子径 V_{ave} の3つの球状スペーサによって形成された隙間に入り込むことができる。

$$W_{ave} < (5 - 2\sqrt{6}) \times V_{ave} (\div 0.10 \times V_{ave}) \cdots (9)$$

[0050] 上述の構成により、圧電振動子1においては、例えば特許文献1に開示されるような従来の接着剤に比べて金属粒子が球状スペーサによって形成された隙間に充分に入り込むため、球状スペーサが混入していても導電性保持部

材の導電性を良好に維持することができる。従って、圧電振動子1は、圧電振動素子100と基板300の主面との距離を一定に保ちつつ、圧電振動素子を保持する導電性保持部材（保持部）の導電性が向上する。また、球状スペーサを金属により被覆する必要がないため、金属により被覆される構成に比べて製造コストが安価となる。

[0051] また、金属により被覆されていない球状スペーサを用いるため、例えば特許文献1に開示されるような従来の圧電振動子に比べ、導電性保持部材340、342のヤング率が小さく、音響インピーダンスが低くなる。これにより、音響インピーダンスが比較的高い圧電振動素子100及び基板300と、音響インピーダンスが比較的低い導電性保持部材との音響インピーダンスの差が大きくなる。ここで、異なる物体間における振動の伝搬は、各物体の音響インピーダンスの差が大きいほど、当該物体間の境界面における振動の反射波が増加し、透過波が減少する。すなわち、圧電振動素子100から伝搬される振動のうち、圧電振動素子100と導電性保持部材340、342との境界面における反射波が増加し、基板300への透過波が減少する。従って、圧電振動素子100から導電性保持部材340、342を介して基板300に漏出する振動が減少し、圧電振動子1のCI（Crystal Impedance）値の低下が抑制される。

[0052] さらに、図5に示されるように、金属粒子を、3つの球状スペーサによって形成された隙間に3つの金属粒子が同時に入り込む大きさとすることにより、金属粒子同士が接触して当該隙間に詰まることが軽減される。これにより、図4に示される場合と比較して、金属粒子が当該隙間にさらに入り込みやすくなり、導電性保持部材の導電性が向上する。

[0053] なお、複数の金属粒子の平均粒子径 W_{av} は、以下の式（10）を満たしていてもよい。これにより、少なくとも6つの金属粒子が3つの球状スペーサによって形成された隙間に同時に入り込むことができる。従って、金属粒子の粉体ブリッジの発生が抑制されるため、金属粒子が当該隙間にさらに入り込みやすくなり、導電性保持部材の導電性が向上する。

$$W_{ave} < [\{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} / 6] \times V_{ave} (\div 0.03 \times V_{ave}) \cdots (10)$$

[0054] また、図1に示される例では、圧電振動素子100は、その一方端が導電性保持部材340、342により固定されており、その他方端が自由となっているが、圧電振動素子100はその両端において基板300に固定されていてもよい。すなわち、接続電極320、322の一方がX軸正方向側に形成され、他方がX軸負方向側に形成されるなど、基板300の第1主面302上において互いに異なる側に配置されていてもよい。

[0055] また、図2においては、球状スペーサが高さ方向（Y'軸方向）に1段積まれた例が示されているが、球状スペーサの段数はこれに限られず、当該高さ方向に2段以上積まれていてもよい。

[0056] また、3つの球状スペーサによって形成された隙間に、例えば6つの金属粒子が同時に入り込むためには、球状スペーサに比べて金属粒子を相対的に小さくする必要がある。しかしながら、金属粒子を小さくすると、導電性保持部材に占める金属粒子の割合が増加する。この結果、導電性保持部材の音響インピーダンスが高くなる。これにより、導電性保持部材と、圧電振動素子100及び基板300との音響インピーダンスの差が小さくなる傾向となる。従って、音響インピーダンスの差の低下を防ぐためには、平均粒子径 V_{ave} の3つの球状スペーサによって形成された隙間に入る金属粒子の数が、例えば多くても6つまでとなるよう、金属粒子の平均粒子径 W_{ave} は、以下の式(11)を満たしていることが好ましい。

$$W_{ave} \geq [\{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} / 6] \times V_{ave} (\div 0.03 \times V_{ave}) \cdots (11)$$

[0057] また、圧電振動子1は、蓋部材200を備えていなくてもよい。

[0058] 以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。圧電振動子1において、導電性保持部材340、342は、複数の金属粒子420と、圧電振動素子100を基板300の第1主面302から所定の間隔をあけて保持する複数の球状スペーサ410を含み、球状スペーサ410の平均粒子径を V_{ave}

とし、金属粒子420の平均粒子径を W_{ave} とした場合、 $W_{ave} < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$ の関係性を有する。これにより、金属粒子420が球状スペーサ410によって形成された隙間に充分に入り込むため、導電性保持部材340、342の導電性が向上する。また、球状スペーサを金属により被覆する必要がないため、製造コストが安価となる。また、金属により被覆されていない球状スペーサを用いるため、導電性保持部材340、342のヤング率が小さく、音響インピーダンスが低くなる。これにより、圧電振動素子100から導電性保持部材340、342を介して基板300に漏出する振動が減少し、圧電振動子1のC1値の低下が抑制される。

[0059] また、金属粒子420の粒子径分布を標準偏差 σ の正規分布関数に近似した場合、圧電振動子1は、 $W_{ave} + 2\sigma < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$ の関係をさらに有していてもよい。これにより、複数の金属粒子420のうち大部分（例えば、全体の95%程度）の金属粒子が、球状スペーサ410によって形成された隙間に入り込むことができる。従って、導電性保持部材340、342の導電性がさらに向上する。

[0060] また、圧電振動子1は、 $W_{ave} < (5 - 2\sqrt{6}) \times V_{ave}$ の関係をさらに有していてもよい。これにより、金属粒子420が球状スペーサ410によって形成された隙間に入り込みやすくなる。従って、導電性保持部材340、342の導電性がさらに向上する。

[0061] また、球状スペーサ410の材料は特に限定されないが、例えば樹脂を主成分としていてもよい。

[0062] また、球状スペーサ410は、例えば表面が絶縁体であってもよい。これにより、球状スペーサ410は、金属により被覆された球状スペーサに比べて音響インピーダンスが低くなる。従って、圧電振動素子100から導電性保持部材340、342を介して基板300に漏出する振動が減少し、圧電振動子1のC1値の低下が抑制される。

[0063] また、金属粒子420の材料は特に限定されないが、例えば銀を主成分としていてもよい。

[0064] また、複数の球状スペーサ410は、基板300の第1主面302上に並び、互いに隣り合う3つの球状スペーサ410a～410cにより構成される球状スペーサ組を有し、複数の金属粒子420は、3つの球状スペーサ410a～410cによって囲まれた隙間を通り、第1主面302の法線方向に互いに接触して連なる複数の粒子を有していてもよい。

[0065] また、3つの球状スペーサ410a～410cは、互いに接触していてもよい。

[0066] また、球状スペーサ組は、基板300の第1主面302上に複数配置されていてもよい。

[0067] また、圧電振動子1は、基板300に接合され、圧電振動素子100を収容する蓋部材200をさらに備える。これにより、圧電振動素子100を内部空間に収容することができる。

[0068] なお、以上説明した各実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るととともに、本発明にはその等価物も含まれる。すなわち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形態が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、各実施形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

符号の説明

- [0069] 1 圧電振動子
 100 圧電振動素子
 110 圧電基板
 120, 130 励振電極
 122, 132 引出電極

1 2 4, 1 3 4 接続電極
2 0 0 蓋部材
2 5 0 接合材
3 0 0 基板
3 2 0, 3 2 2 接続電極
3 2 0 a, 3 2 2 a 引出電極
3 2 4, 3 2 6 コーナー電極
3 3 0, 3 3 2, 3 3 4, 3 3 6 側面電極
3 4 0, 3 4 2 導電性保持部材
3 6 0, 3 6 2, 3 6 4, 3 6 6 外部電極
4 0 0 接着剤
4 1 0 球状スペーサ
4 2 0 金属粒子
1 0 a, 1 0 b, 1 0 c 大円
2 0 a, 2 0 b, 2 0 c 小円

請求の範囲

- [請求項1] 圧電振動素子と、
対向する第1及び第2主面を有する基板と、
前記圧電振動素子を前記基板の前記第1主面上に保持する導電性保持部材と、
を備え、
前記導電性保持部材は、複数の金属粒子と、前記圧電振動素子を前記基板の前記第1主面から所定の間隔をあけて保持する複数の球状スペーサと、を含み、
前記球状スペーサの平均粒子径を V_{ave} とし、前記金属粒子の平均粒子径を W_{ave} とした場合、
$$W_{ave} < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$$
の関係性を有する、圧電振動子。
- [請求項2] 前記金属粒子の粒子径分布を標準偏差 σ の正規分布関数に近似した場合、
$$W_{ave} + 2\sigma < \{ (2/\sqrt{3}) - 1 \} \times V_{ave}$$
の関係をさらに有する、請求項1に記載の圧電振動子。
- [請求項3]
$$W_{ave} < (5 - 2\sqrt{6}) \times V_{ave}$$
の関係をさらに有する、請求項1に記載の圧電振動子。
- [請求項4] 前記球状スペーサは樹脂を主成分とする、請求項1から3のいずれか一項に記載の圧電振動子。
- [請求項5] 前記球状スペーサの少なくとも表面が絶縁体である、請求項1から4のいずれか一項に記載の圧電振動子。
- [請求項6] 前記金属粒子は銀を主成分とする、請求項1から5のいずれか一項に記載の圧電振動子。
- [請求項7] 前記複数の球状スペーサは、前記第1主面上に並び、互いに隣り合う3つの球状スペーサにより構成される球状スペーサ組を有し、
前記複数の金属粒子は、前記3つの球状スペーサによって囲まれた

隙間を通り、前記第 1 主面の法線方向に互いに接触して連なる複数の粒子を有する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の圧電振動子。

[請求項8] 前記 3 つの球状スペーサは、互いに接触している、請求項 7 に記載の圧電振動子。

[請求項9] 前記球状スペーサ組が、前記第 1 主面上に複数配置されている、請求項 7 又は 8 に記載の圧電振動子。

[請求項10] 前記基板に接合され、前記圧電振動素子を収容する蓋部材をさらに備える、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の圧電振動子。

[図1]

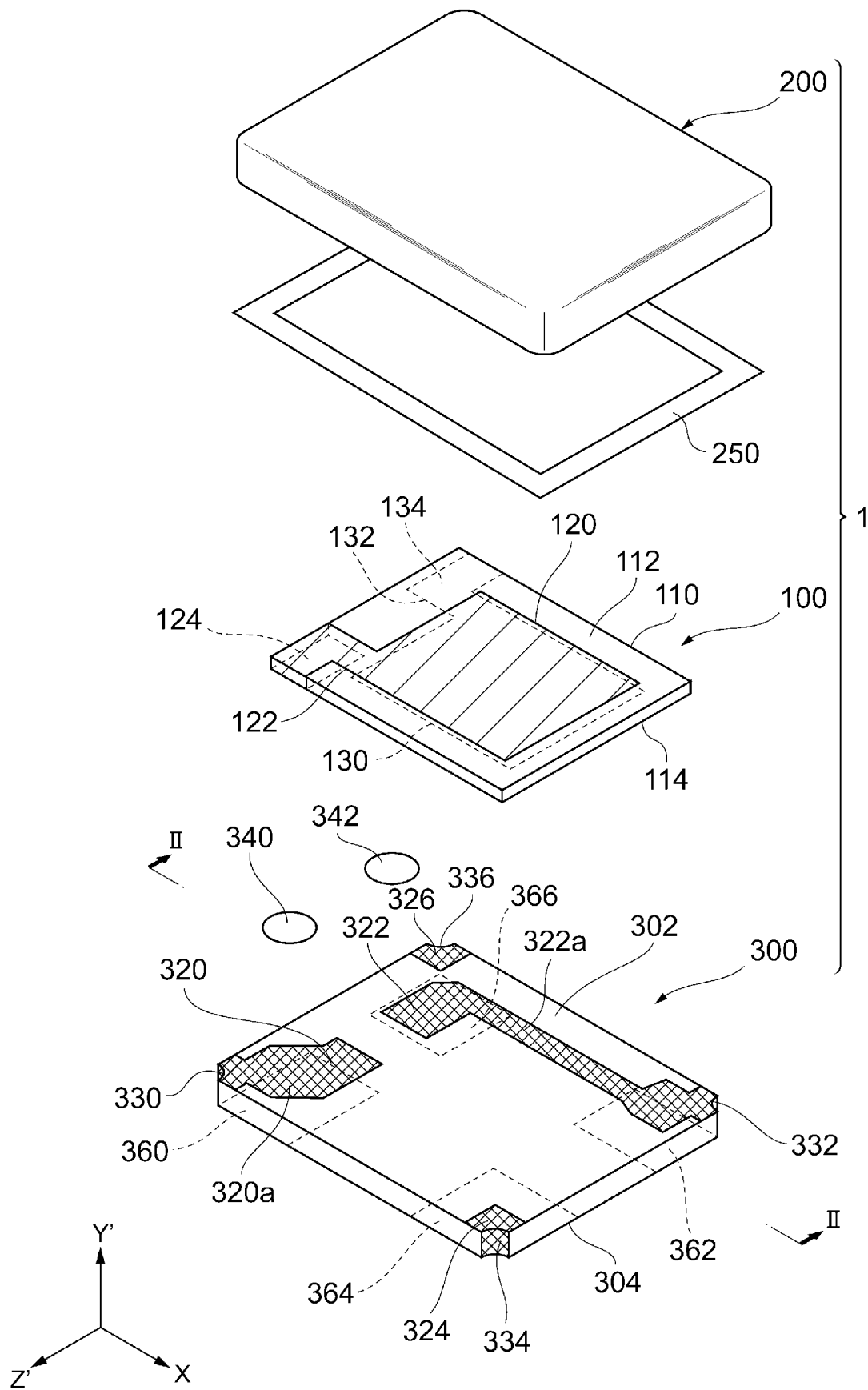
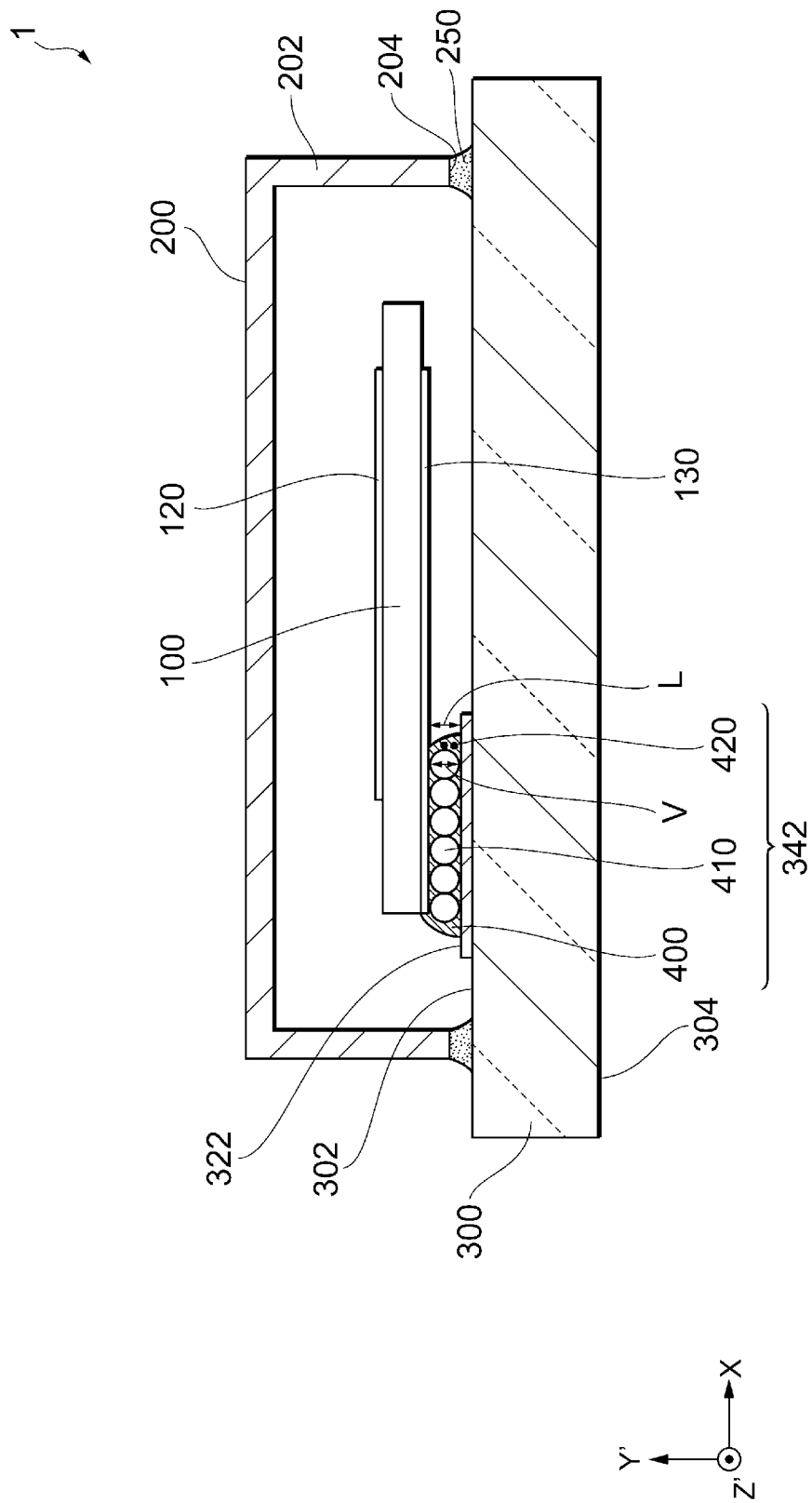


図 1

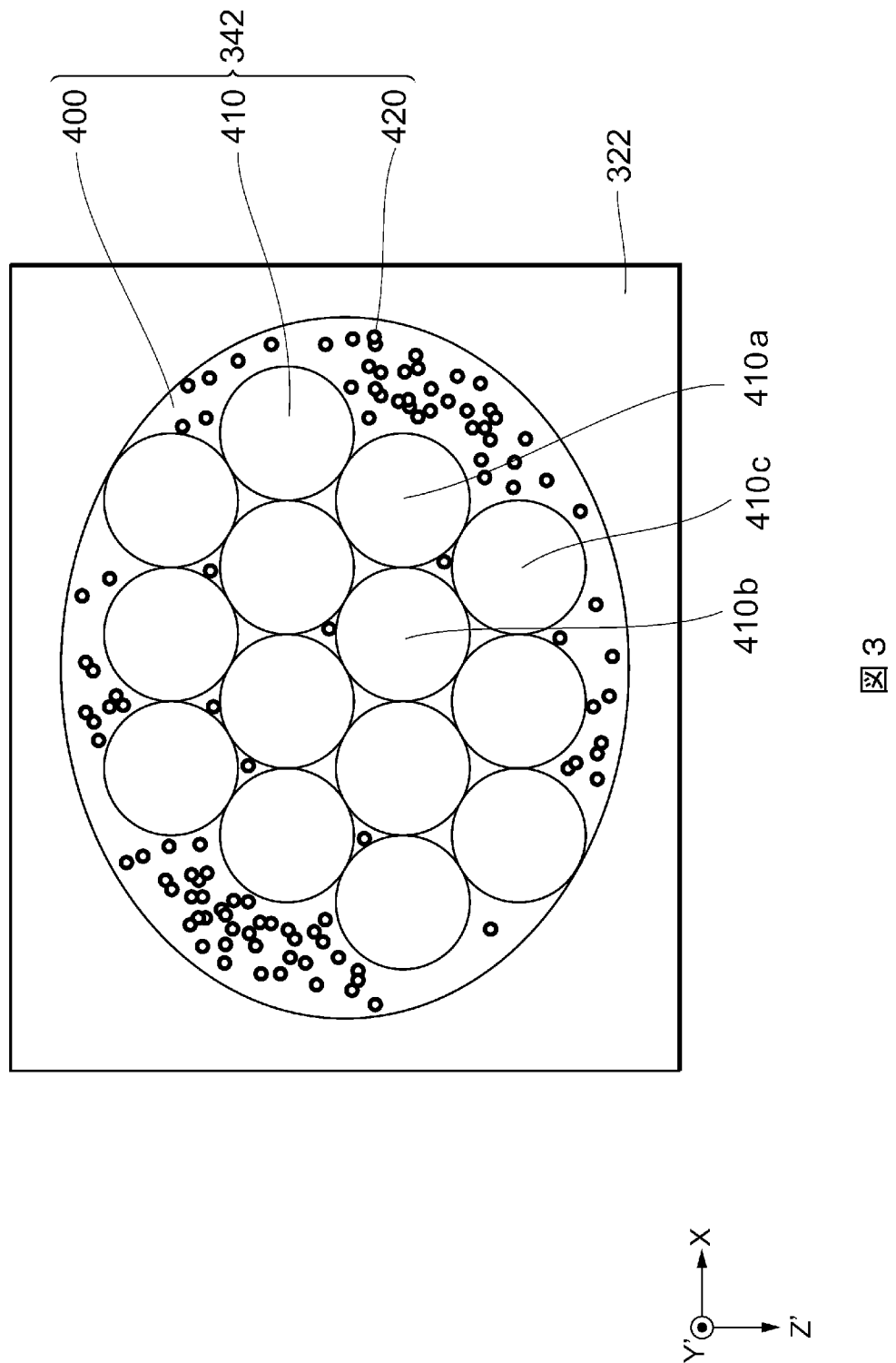
[図2]



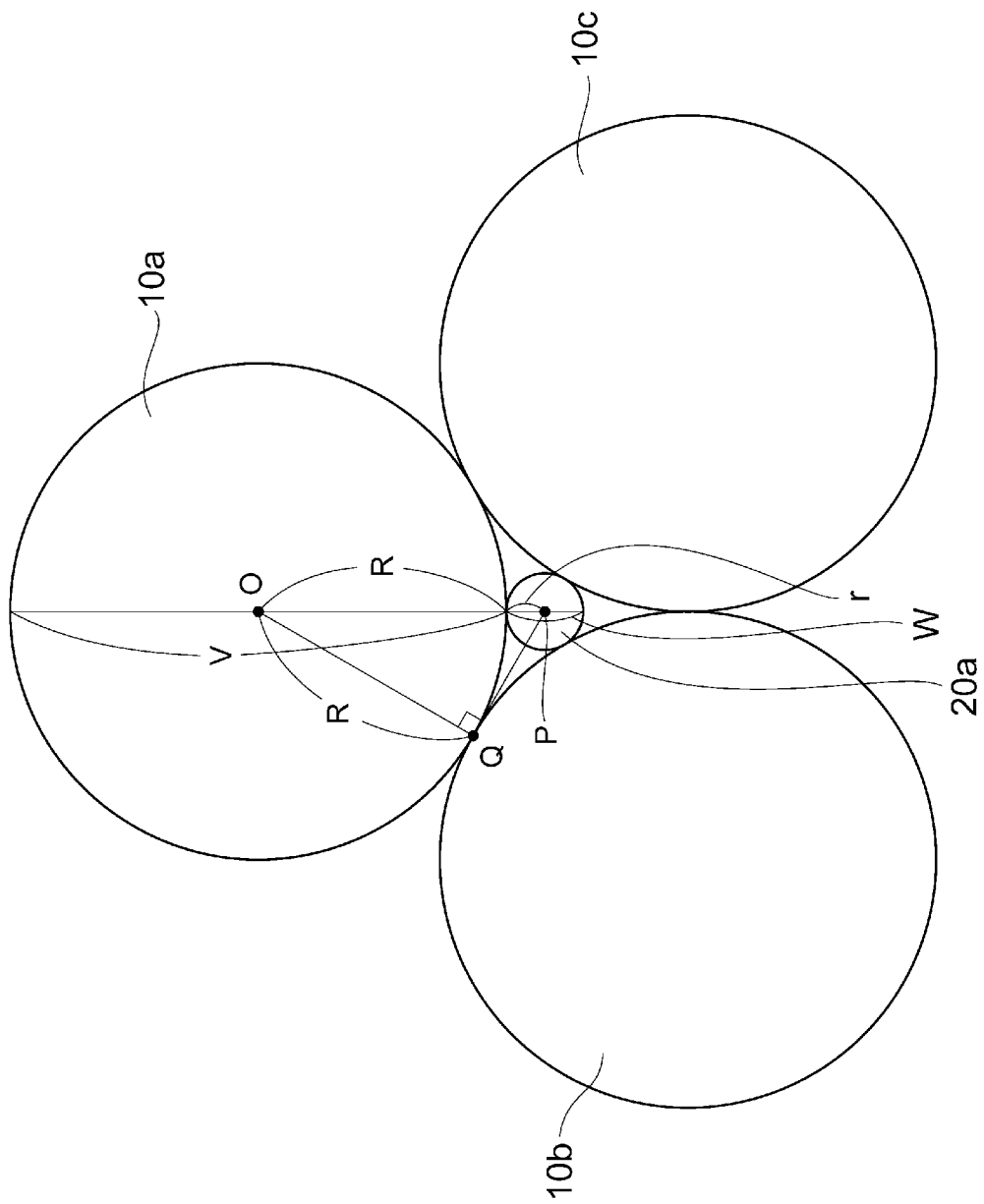
2



[図3]



[図4]



⚠

[図5]

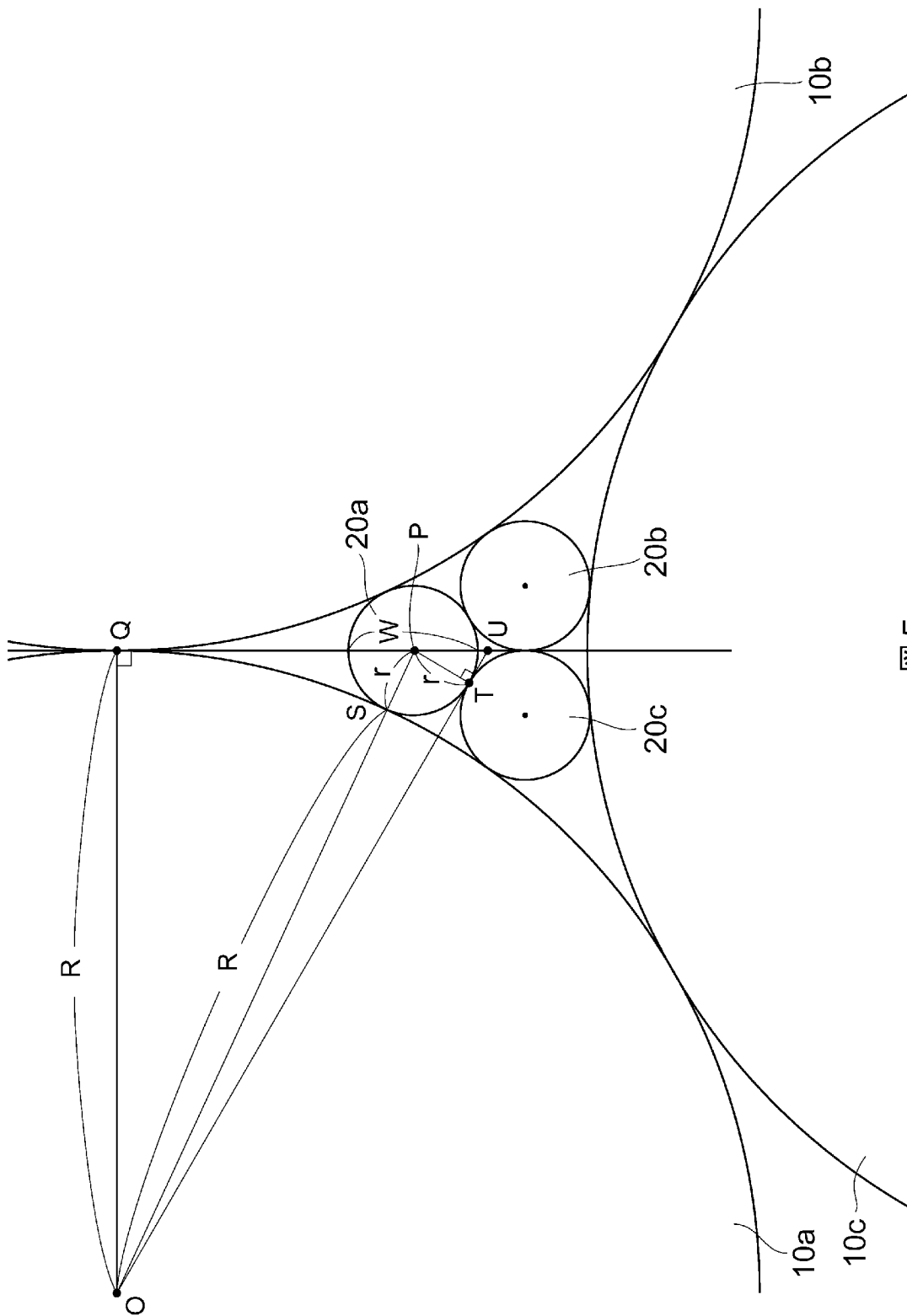


図 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/05(2006.01)i, H03H9/10(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)

H03H9/05, H03H9/10

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-82934 A (Seiko Epson Corp.), 21 March 2000 (21.03.2000), paragraphs [0040], [0046], [0053] to [0056]; fig. 8 to 9 (Family: none)	1-3, 5, 10
Y	JP 2014-150452 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 21 August 2014 (21.08.2014), paragraphs [0017] to [0027]; fig. 2, 4 (Family: none)	1-3, 5, 10
Y	JP 11-289233 A (Kabushiki Kaisha SII Quartz Techno), 19 October 1999 (19.10.1999), claims 1 to 2; paragraphs [0005] to [0008]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-10

☒ 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
01 November 2017 (01.11.17)

Date of mailing of the international search report
14 November 2017 (14.11.17)

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/JP2017/030561

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 2005-318330 A (Kyocera Kinseki Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0012] to [0015], [0019] (Family: none)	1-10
Y	JP 2007-135191 A (Epson Toyocom Corp.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraph [0009] & US 2007/0080758 A1 paragraphs [0055] to [0071] & KR 10-2007-0040725 A & CN 1949664 A	1-10
Y	JP 2014-170864 A (Ibiden Co., Ltd.), 18 September 2014 (18.09.2014), paragraphs [0043], [0050]; fig. 6 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03H9/05(2006.01)i, H03H9/10(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. H03H9/05, H03H9/10

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 2000-82934 A (セイコーエプソン株式会社) 2000.03.21, [0040]、[0046]、[0053]-[0056]、図8-9 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10
Y	JP 2014-150452 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2014.08.21, [0017]-[0027]、図2、4 (ファミリーなし)	1-3, 5, 10

☒ 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

01.11.2017

国際調査報告の発送日

14.11.2017

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)

麻川 倫広

5W

4448

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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 11-289233 A (株式会社エスアイアイ・クォーツテクノ) 1999.10.19, 請求項1-2、[0005]-[0008]、図1-3 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2005-318330 A (京セラキンセキ株式会社) 2005.11.10, [0012]-[0015]、[0019] (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2007-135191 A (エプソントヨコム株式会社) 2007.05.31, [0009] & US 2007/0080758 A1, [0055]-[0071] & KR 10-2007-0040725 A & CN 1949664 A	1-10
Y	JP 2014-170864 A (イビデン株式会社) 2014.09.18, [0043]、[0050]、図6 (ファミリーなし)	1-10