

(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
2020年5月22日(22.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/100192 A1

(51) 国際特許分類:

H04R 17/00 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)
H04H 3/12 (2006.01) H04R 17/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/041843

(22) 国際出願日: 2018年11月12日(12.11.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 国立大学法人 東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP). 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 下山 勲 (SHIMOYAMA, Isao); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). グエンミンジュン (NGUYEN, Minh Dung); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大

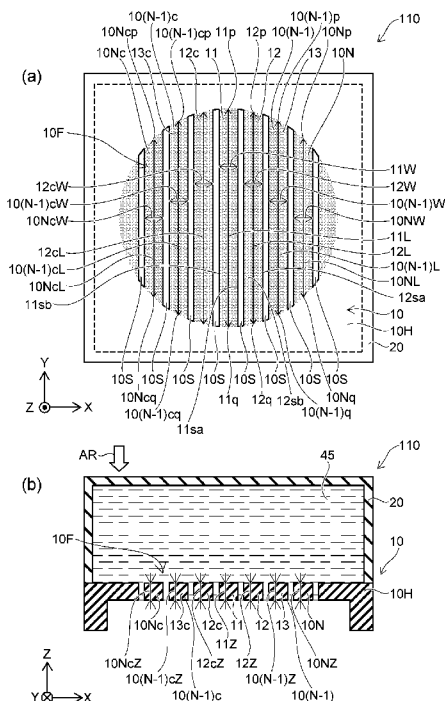
学法人東京大学内 Tokyo (JP). グエン タン ヴィン (NGUYEN, Thanh-Vinh); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 宇佐美 貴徳 (USAMI, Takanori); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 渡部 一雄 (WATABE, Kazuo); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 大森 隆広 (OMORI, Takahiro); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 松本 潔 (MATSUMOTO, Kiyoshi); 〒1010026 東京都千代田区神田佐久間河岸67 技術研究組合 N M E M S 技術研究機構内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外 (HYUGAJI, Masahiko et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番地8 日石横浜ビル Kanagawa (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,

(54) Title: SENSOR

(54) 発明の名称: センサ



(57) Abstract: According to an embodiment of this invention, a sensor includes first and second structures and a detection unit. The first structure includes a support part and first and second deformable portions. The first deformable portion is supported by the support part. The second deformable portion is supported by the support part and follows the first deformable portion. The second deformable portion has at least one of the following: a length that is shorter than that of the first deformable portion; a width that is wider than that of the first deformable portion; a thickness that is thicker than that of the first deformable portion; a Young's modulus that is higher than that of the first deformable portion; and a spring constant that is greater than that of the first deformable portion. The second structure is connected to the first structure. A liquid is provided between the first structure and the second structure. The detection unit outputs a signal according to the deformation of at least one of the first deformable portion and the second deformable portion.

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, 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))

(57) 要約: 実施形態によれば、センサは、第1、第2構造体及び検出部を含む。前記第1構造体は、支持部及び第1、第2変形可能部を含む。前記第1変形可能部は、前記支持部に支持される。前記第2変形可能部は、前記支持部に支持され前記第1変形可能部に沿う。前記第2変形可能部は、前記第1変形可能部の長さよりも短い長さ、前記第1変形可能部の幅よりも広い幅、前記第1変形可能部の厚さよりも厚い厚さ、前記第1変形可能部のヤング率よりも高いヤング率、第1変形可能部のバネ定数よりも大きいバネ定数の少なくともいずれかを有する。前記第2構造体は、前記第1構造体と接続される。前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる。前記検出部は、前記第1変形可能部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する。

明 細 書

発明の名称： センサ

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、センサに関する。

背景技術

[0002] 音響帯域及び超音波帯域の振動を検出するセンサとして、例えば、A E (Acoustic Emission) センサがある。A E は、例えば、き裂の発生や進展により生じる超音波帯の弾性波である。A E センサは、例えば、疲労・劣化診断や、非破壊検査などに用いられる。センサにおいて、特性の安定化が望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6021110号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明の実施形態は、特性を安定にできるセンサを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の実施形態によれば、センサは、第1構造体、第2構造体及び検出部を含む。前記第1構造体は、支持部、第1変形可能部及び第2変形可能部を含む。前記第1変形可能部は、前記支持部に支持される。前記第2変形可能部は、前記支持部に支持される。前記第2変形可能部は、前記第1変形可能部の第1長さよりも短い第2長さ、前記第1変形可能部の第1幅よりも広い第2幅、及び、前記第1変形可能部の第1厚さよりも厚い第2厚さ、前記第1変形可能部の第1ヤング率よりも高い第2ヤング率、前記第1変形可能部の第1バネ定数よりも大きい第2バネ定数の少なくともいずれかを有する。前記第2構造体は、前記第1構造体と接続される。前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる。前記検出部は、前記第1変形可能

部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1(a)及び図1(b)は、第1実施形態に係るセンサを例示する模式図である。

[図2]図2(a)及び図2(b)は、第1実施形態に係るセンサを例示する模式図である。

[図3]図3(a)～図3(d)は、センサの特性を例示する模式図である。

[図4]図4は、センサの特性を例示するグラフ図である。

[図5]図5は、第1実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的平面図である。

[図6]図6は、第1実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

[図7]図7は、第1実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

[図8]図8は、第1実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

[図9]図9は、第2実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

[図10]図10は、第2実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

[図11]図11は、センサ特性を例示するグラフ図である。

[図12]図12は、センサ特性を例示する模式図である。

[図13]図13(a)及び図13(b)は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式図である。

[図14]図14は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式的平面図である。

[図15]図15は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式的平面図である。

。

発明を実施するための形態

[0007] 以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0008] (第1実施形態)

図1(a)、図1(b)、図2(a)及び図2(b)は、第1実施形態に係るセンサを例示する模式図である。

図1(a)は、図1(b)の矢印ARからみた、センサの一部の平面図である。図1(b)は、図2(b)のA1-A2線断面図である。図2(a)は、図2(b)のB1-B2線断面図である。図2(b)は、斜視図である。

。

[0009] 実施形態に係るセンサ110は、第1構造体10、第2構造体20及び検出部30を含む。

[0010] 図1(b)に示すように、第2構造体20は、第1構造体10と接続される。第1構造体10と第2構造体20との間に液体45が設けられる。第2構造体20は、例えば、容器である。

[0011] センサ110は、例えば音響センサである。センサ110は、例えば、音響帯域及び超音波帯域の振動を検出する。センサ110は、例えば、AEを検出する。AEは、例えば、き裂の発生や進展により生じる超音波帯の弾性波である。センサ110は、例えば、AEを検出するセンサとして使用される。センサ110は、例えば、微小な欠陥の発生を検出する疲労・劣化診断に用いられる。センサ110は、例えば、非破壊検査などに用いられる。

[0012] 図1(a)は、第1構造体10を例示している。図1(a)においては、液体45は省略されている。

- [0013] 図1(a)及び図1(b)に示すように、第1構造体10は、支持部10Hと、複数の変形可能部を含む。複数の変形可能部は、例えば、可撓部である。複数の変形可能部は、例えば、梁である。複数の変形可能部は、例えば、第1変形可能部11及び第2変形可能部12などを含む。
- [0014] 第1変形可能部11及び第2変形可能部12などは、支持部10Hに支持される。例えば、第2変形可能部12は、第1変形可能部11に沿う。第1変形可能部11及び第2変形可能部12は、例えば、複数の変形可能部のうちの任意の2つでも良い。複数の変形可能部は、例えば、膜部10Fの少なくとも一部である。
- [0015] 第1変形可能部11は、第1長さ11L、第1幅11W及び第1厚さ11Zを有する。第1長さ11Lは、第1幅11Wよりも大きい。第1長さ11Lは、第1厚さ11Zよりも大きい。第1変形可能部11は、例えば、ストライプ状である。第1変形可能部11は、例えば、第1方向に沿って延びる。
- [0016] 第1方向をY軸方向とする。Y軸方向に対して垂直な1つの方向をX軸方向とする。Y軸方向及びX軸方向に対して垂直な方向をZ軸方向とする。
- [0017] 第2変形可能部12は、第2長さ12L、第2幅12W及び第2厚さ12Zを有する。第2長さ12Lは、第2幅12Wよりも大きい。第2長さ12Lは、第2厚さ12Zよりも大きい。第2変形可能部12も、例えば、ストライプ状である。第2変形可能部12、例えば、第1方向（この例では、Y軸方向）に沿って延びる。
- [0018] この例では、第2長さ12Lは、第1長さ11Lよりも短い。この例では、第2幅12Wは、第1幅11Wと実質的に同じである。この例では、第2厚さ12Zは、第1厚さ11Zと実質的に同じである。
- [0019] 後述するように、第2変形可能部12は、第1長さ11Lよりも短い第2長さ12L、第1幅11Wよりも広い第2幅12W、及び、第1厚さ11Zよりも厚い第2厚さ12Zの少なくともいずれかを有しても良い。
- [0020] 複数の変形可能部（例えば、第1変形可能部11及び第2変形可能部12

など）は、変形可能である。例えば、第2構造体20（例えば容器）に外力が加わる。外力は、例えば、音波などである。外力に応じて、複数の変形可能部の少なくともいずれかが変形する。例えば、外力により液体の45表面が変位し、この変位に応じて、複数の変形可能部の少なくともいずれかが変形する。

[0021] 検出部30（図2（a）参照）は、第1変形可能部11及び第2変形可能部12の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する。

[0022] 検出部30から出力される信号は、上記の変形に伴って生じる抵抗の変化、上記の変形に伴って生じる圧電の電圧の変化、及び、上記の変形に伴って生じる静電容量の変化の少なくともいずれかを含む。

[0023] 図2（a）に示す例では、検出部30は、第1電極35e及び第2電極35fを含む。この例では、第1電極35eは、第1変形可能部11の一部に接続される。第2電極35fは、第1変形可能部11の別の一部に接続される。

[0024] 複数の変形可能部は、例えば結晶を含む。複数の変形可能部の少なくとも一部において、例えば、変形に伴う抵抗の変化が生じる。複数の変形可能部の少なくとも一部において、例えば、変形に伴う電圧が生じる。複数の変形可能部の少なくとも一部において、例えば、変形に伴う静電容量の変化が生じて良い。例えば、上記の電極などにより、これらの変化が検出できる。

[0025] 例えば、複数の変形可能部の少なくともいずれかに光が照射されても良い。例えば、複数の変形可能部における反射光が検出され、複数の変形可能部の変形が検出されても良い。

[0026] 上記のように、実施形態に係るセンサ110においては、第1変形可能部11及び第2変形可能部12が設けられる。上記のように、第2変形可能部12は、第1長さ11Lよりも短い第2長さ12L、第1幅11Wよりも広い第2幅12W、及び、第1厚さ11Zよりも厚い第2厚さ12Zの少なくともいずれかを有する。これにより、第2変形可能部12は、第1変形可能部11よりも変形し難い。第1変形可能部11は、第2変形可能部12より

も変形し易い。第1変形可能部11及び第2変形可能部12の変形は、Z軸方向の成分を含む。第2変形可能部12は、第1変形可能部11の第1ヤング率よりも高い第2ヤング率を有しても良い。第2変形可能部12は、第1変形可能部11の第1バネ定数よりも大きい第2バネ定数を有しても良い。

[0027] 一方、第1変形可能部11が設けられ、上記のような第2変形可能部12が設けられない参考例がある。この参考例においては、第1変形可能部11が変形したときに、第1変形可能部11の側方のスリット10sにおいて、第1変形可能部11と他の部分との間のZ軸方向のギャップが過度に大きくなる。このため、第1変形可能部11と他の部分との間のZ軸方向のギャップから、液体45が流出し易い。

[0028] これに対して、実施形態においては、第1変形可能部11の側方に、スリット10sを介して第2変形可能部12が設けられる。第2変形可能部12は、第1変形可能部11と比較して変形し難いものの、Z軸方向に沿って変形可能である。例えば、このため、実施形態においては、上記の参考例に比べて、第1変形可能部11と第2変形可能部12との間のZ軸方向のギャップが小さい。Z軸方向のギャップが小さいため、ギャップから液体45が流出することが抑制できる。液体45を良好に保持できる。特性の変動が抑制できる。実施形態によれば、特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0029] 上記のスリット10sのZ軸方向の長さの例については、後述する。

[0030] 図1(a)に示すように、この例では、第1構造体10は、第2カウンター変形可能部12cをさらに含む。第2カウンター変形可能部12cも、支持部10Hに支持される。第2カウンター変形可能部12cも、第1変形可能部11に沿う。第2変形可能部12と第2カウンター変形可能部12cとの間に、第1変形可能部11の少なくとも一部が設けられる。

[0031] 第2カウンター変形可能部12cは、第2カウンター長さ12cL、第2カウンター幅12cW及び第2カウンター厚さ12cZを有する。第2カウンター長さ12cLは、第2カウンター幅12cWよりも大きい。第2カウンター長さ12cLは、第2カウンター厚さ12cZよりも大きい。

- [0032] 第2カウンター変形可能部12cは、第1変形可能部11の第1ヤング率よりも高い第2カウンターヤング率、及び、第1変形可能部11の第1バネ定数よりも大きい第2カウンターバネ定数の少なくともいずれかを有しても良い。
- [0033] 第2カウンター変形可能部12cは、第1長さ11Lよりも短い第2カウンター長さ12cL、第1幅11Wよりも広い第2カウンター幅12cW、第1厚さ11Zよりも厚い第2カウンター厚さ12Z、第1変形可能部11の第1ヤング率よりも高い第2カウンターヤング率、及び、第1変形可能部11の第1バネ定数よりも大きい第2カウンターバネ定数少なくともいずれかを有して良い。
- [0034] このような第2カウンター変形可能部12cを設けることで、第1変形可能部11が変形したときに、第1変形可能部11の第2カウンター変形可能部12cの側のスリット10sにおいて、Z軸方向のギャップを小さくできる。ギャップが小さいため、ギャップから液体45が流出することが抑制できる。例えば、液体45を良好に保持できる。特性の変動が抑制できる。
- [0035] 図1(a)に示すように、第1長さ11Lは、第1方向に沿う第1変形可能部11の長さである。この例では、第1方向は、Y軸方向である。第2長さ12Lは、この第1方向に沿う第2変形可能部12の長さである。例えば、第1方向に沿う第1変形可能部11の長さが変化する場合、第1長さ11Lは、第1変形可能部11における平均の長さとしても良い。例えば、第1方向に沿う第2変形可能部12の長さが変化する場合、第2長さ12Lは、第2変形可能部12における平均の長さとしても良い。
- [0036] 第1変形可能部11から第2変形可能部12への第2方向は、第1方向と交差する。この例では、第2方向は、X軸方向である。第1幅11Wは、この第2方向に沿う第1変形可能部11の長さである。第2幅12Wは、この第2方向に沿う第2変形可能部12の長さである。例えば、第2方向に沿う第1変形可能部11の長さが変化する場合、第1幅11Wは、第1変形可能部11における平均の幅としても良い。例えば、第2方向に沿う第2変形

可能部 1 2 の長さが変化する場合、第 2 幅 1 2 W は、第 2 変形可能部 1 2 における平均の幅としても良い。

[0037] 第 3 方向は、上記の第 1 方向及び上記の第 2 方向を含む平面（例えば X-Y 平面）と交差する。この例では、第 3 方向は、Z 軸方向である。第 1 厚さ 1 1 Z は、この第 3 方向に沿う第 1 変形可能部 1 1 の長さである。第 2 厚さ 1 2 Z は、この第 3 方向に沿う第 2 変形可能部 1 2 の長さである。例えば、第 3 方向に沿う第 1 変形可能部 1 1 の長さが変化する場合、第 1 厚さ 1 1 Z は、第 1 変形可能部 1 1 における平均の厚さとしても良い。例えば、第 3 方向に沿う第 2 変形可能部 1 2 の厚さが変化する場合、第 2 厚さ 1 2 Z は、第 2 変形可能部 1 2 における平均の厚さとしても良い。

[0038] 図 1 (a) に示すように、第 1 変形可能部 1 1 は、2 つの第 1 側部（側部 1 1 s a 及び側部 1 1 s b）を含む。2 つの第 1 側部は、第 1 方向（この例では Y 軸方向）に沿う。2 つの第 1 側部は、支持部 1 0 H から離れ、第 2 変形可能部 1 2 から離れる。

[0039] 第 2 変形可能部 1 2 は、2 つの第 2 側部（側部 1 2 s a 及び側部 1 2 s b）を含む。2 つの第 2 側部は、第 1 方向（この例では、Y 軸方向）に沿う。2 つの第 2 側部は、支持部 1 0 H から離れ、第 1 変形可能部 1 1 から離れる。

[0040] このように、複数の変形可能部（第 1 ～第 N 変形可能部 1 1 ～1 0 N、及び、第 2 ～第 N カウンター変形可能部 1 2 c ～1 0 N c）は、第 1 方向に沿うストライプ状である。

[0041] 第 1 構造体 1 0 は、第 1 変形可能部 1 1 と第 2 変形可能部 1 2 との間に設けられたスリット 1 0 s を含む。第 1 構造体 1 0 は、第 2 変形可能部 1 2 と支持部 1 0 H との間に設けられたスリット（任意のスリット 1 0 s）を含む。スリット 1 0 s は、第 1 方向（例えば、Y 軸方向）に沿う。

[0042] 複数の変形可能部は、例えば、「両持ち梁」である。

[0043] 例えば、第 1 変形可能部 1 1 の第 1 端部 1 1 p は、支持部 1 0 H に支持される。第 1 変形可能部 1 1 の第 1 他端部 1 1 q は、支持部 1 0 H に支持され

る。第2変形可能部12の第2端部12pは、支持部10Hに支持される。

第2変形可能部12の第2他端部12qは、支持部10Hに支持される。

[0044] 第1他端部11qから第1端部11pへ方向は、第1方向（この例ではY軸方向）に沿う。第2他端部12qから第2端部12pへ方向は、第1方向に沿う。

[0045] 図1(a)に示すように、例えば、第3変形可能部13及び第3カウンター変形可能部13cなどが設けられても良い。このように、実施形態において、第1構造体10は、支持部10Hに支持された第N変形可能部10Nを含んでも良い。「N」は、例えば、3以上の整数である。第1変形可能部11と第N変形可能部10Nとの間に、第(N-1)変形可能部10(N-1)がある。第N変形可能部10Nは、第(N-1)変形可能部10(N-1)に沿う。例えば、第N変形可能部10Nは、第1方向（この例では、Y軸方向）に沿って延びる。

[0046] 第1変形可能部11と第2変形可能部12との間には、スリット10sが設けられる。第N変形可能部10Nと第(N-1)変形可能部10(N-1)との間に、スリット10sが設けられる。

[0047] 第(N-1)変形可能部10(N-1)は、第(N-1)長さ10(N-1)L、第(N-1)幅10(N-1)W及び第(N-1)厚さ10(N-1)Zを有する。第(N-1)長さ10(N-1)Lは、第(N-1)幅10(N-1)Wよりも大きく、第(N-1)厚さ10(N-1)Zよりも大きい。

[0048] 第N変形可能部10Nは、第N長さ10NL、第N幅10NW及び第N厚さ10NZを有する。第N長さ10NLは、第N幅10NWよりも大きく、第N厚さ10NZよりも大きい。

[0049] 例えば、第N変形可能部10Nは、第(N-1)長さ10(N-1)Lよりも短い第N長さ10NL、第(N-1)幅10(N-1)Wよりも広い第N幅10NW、及び、第(N-1)厚さ10(N-1)Zよりも厚い第N厚さ10NZの少なくともいずれかを有する。

- [0050] 実施形態において、第1構造体10は、支持部10Hに支持された第Nカウンター変形可能部10Ncを含んでも良い。第N変形可能部10Nと、第Nカウンター変形可能部10Ncと、の間に第1変形可能部11がある。第1変形可能部11と第Nカウンター変形可能部10Ncとの間に、第(N-1)カウンター変形可能部10(N-1)cがある。第Nカウンター変形可能部10Ncは、第(N-1)カウンター変形可能部10(N-1)cに沿う。第Nカウンター変形可能部10Ncと第(N-1)カウンター変形可能部10(N-1)cとの間に、スリット10sが設けられる。
- [0051] 第(N-1)カウンター変形可能部10(N-1)cは、第(N-1)カウンター長さ10(N-1)cL、第(N-1)カウンター幅10(N-1)cW及び第(N-1)カウンター厚さ10(N-1)cZを有する。第(N-1)カウンター長さ10(N-1)cLは、第(N-1)カウンター幅10(N-1)cWよりも大きく、第(N-1)カウンター厚さ10(N-1)cZよりも大きい。
- [0052] 第Nカウンター変形可能部10Ncは、第Nカウンター長さ10NcL、第Nカウンター幅10NcW及び第Nカウンター厚さ10NcZを有する。第Nカウンター長さ10NcLは、第Nカウンター幅10NcWよりも大きく、第Nカウンター厚さ10NcZよりも大きい。
- [0053] 例えば、第Nカウンター変形可能部10Ncは、第(N-1)カウンター長さ10(N-1)cLよりも短い第Nカウンター長さ10NcL、第(N-1)カウンター幅10(N-1)cWよりも広い第Nカウンター幅10NcW、及び、第(N-1)カウンター厚さ10(N-1)cZよりも厚い第Nカウンター厚さ10NcZの少なくともいずれかを有する。
- [0054] 「N」が4の場合、第(N-1)変形可能部10(N-1)cは、例えば、第3変形可能部13となる。「N」が4の場合、第(N-1)カウンター変形可能部10(N-1)cは、例えば、第3カウンター変形可能部13cとなる。
- [0055] 実施形態において、任意の2つの変形可能部において、長さ、幅及び幅の

少なくともいずれかが変化しても良い。例えば、「第1変形可能部」が、第 $(N-1)$ 変形可能部10 $(N-1)$ であり、「第2変形可能部」が、第N変形可能部10Nでも良い。「第1変形可能部」が、第 $(N-2)$ 変形可能部10 $(N-2)$ であり、「第2変形可能部」が、第N変形可能部10Nでも良い。

[0056] 1つの例において、第1変形可能部11から第N変形可能部10Nに向けて、複数の変形可能部の長さが順番に減少する。例えば、第1変形可能部11から第N変形可能部10Nに向けて、複数の変形可能部の幅が順番に増加する。例えば、第1変形可能部11から第N変形可能部10Nに向けて、複数の変形可能部の厚さが順番に増加する。

[0057] 1つの例において、第1変形可能部11から第Nカウンター変形可能部10Ncに向けて、複数の変形可能部の長さが順番に減少する。例えば、第1変形可能部11から第Nカウンター変形可能部10Ncに向けて、複数の変形可能部の幅が順番に増加する。例えば、第1変形可能部11から第Nカウンター変形可能部10Ncに向けて、複数の変形可能部の厚さが順番に増加する。

[0058] 例えば、第N変形可能部10Nの第N端部10Npは、支持部10Hに支持される。第N変形可能部10Nの第N他端部10Nqは、支持部10Hに支持される。第N他端部10Nqから第N端部10Npへの方は、第1方向に沿う。第N変形可能部10Nは、第1方向（例えばY軸方向）に沿うストライプ状である。

[0059] 例えば、第Nカウンター変形可能部10Ncの第Nカウンター端部10Ncpは、支持部10Hに支持される。第Nカウンター変形可能部10Ncの第Nカウンター他端部10Ncqは、支持部10Hに支持される。第Nカウンター他端部10Ncqから第Nカウンター端部10Ncpへの方は、第1方向に沿う。第Nカウンター変形可能部10Ncは、第1方向（例えばY軸方向）に沿うストライプ状である。

[0060] 例えば、第 $(N-1)$ 変形可能部10 $(N-1)$ の第 $(N-1)$ 端部10

($N-1$) p は、支持部 10H に支持される。第 ($N-1$) 変形可能部 10 ($N-1$) の第 ($N-1$) 他端部 10 ($N-1$) q は、支持部 10H に支持される。第 ($N-1$) 他端部 10 ($N-1$) q から第 ($N-1$) 端部 10 ($N-1$) p へ方向は、第 1 方向に沿う。第 ($N-1$) 変形可能部 10 ($N-1$) は、第 1 方向 (例えば Y 軸方向) に沿うストライプ状である。

[0061] 例えば、第 ($N-1$) カウンター変形可能部 10 ($N-1$) c の第 ($N-1$) カウンター端部 10 ($N-1$) c p は、支持部 10H に支持される。第 ($N-1$) カウンター変形可能部 10 ($N-1$) c の第 ($N-1$) カウンター他端部 10 ($N-1$) c q は、支持部 10H に支持される。第 ($N-1$) カウンター他端部 10 ($N-1$) c q から第 ($N-1$) カウンター端部 10 ($N-1$) c p へ方向は、第 1 方向に沿う。第 ($N-1$) カウンター変形可能部 10 ($N-1$) c は、第 1 方向 (例えば Y 軸方向) に沿うストライプ状である。

[0062] このような構成により、例えば、複数の変形可能部のうちの隣り合う 2 つにおいて、Z 軸方向における距離 (Z 軸方向に沿うギャップ) を小さくできる。

[0063] 以下、複数の変形可能部における、Z 軸方向における距離 (Z 軸方向に沿うギャップ) の例について説明する。

[0064] 図 3 (a) ~ 図 3 (d) は、センサの特性を例示する模式図である。

図 3 (a) 及び図 3 (c) は、第 1 構造体 10 の斜視図に対応する。図 3 (b) は、図 3 (a) の D1-D2 線断面における第 1 構造体 10 の断面図に対応する。図 3 (d) は、図 3 (c) の C1-C2 線断面における第 1 構造体 10 の断面図に対応する。これらの図は、第 1 構造体 10 の変形に関するシミュレーション結果の例を示している。

[0065] 図 3 (a) 及び図 3 (b) は、センサ 110x に対応する。センサ 110x は、センサ 110 において、「N」が 7 である。図 3 (c) 及び図 3 (d) は、センサ 119 に対応する。センサ 119 においては、第 1 変形可能部 11 が設けられ、他の変形可能部 (例えば梁) は、設けられていない。セン

サ 1 1 9 において、2つの膜部 1 0 x の間に、第 1 変形可能部 1 1 が設けられている。この2つの膜部 1 0 x には、スリットが設けられていない。センサ 1 1 0 x は、実施形態の 1 つに対応する。センサ 1 1 9 は、参考例に対応する。

[0066] 図 3 (d) に示すように、センサ 1 1 9 においては、第 1 変形可能部 1 1 が変形したときに、第 1 変形可能部 1 1 と、膜部 1 0 x と、の間に大きなギャップ G P が生じる。例えば、膜部 1 0 x は変形し難い。これに対して、第 1 変形可能部 1 1 は、変形し易い。変形のし易さが大きいため、大きなギャップ G P が生じる。大きなギャップ G P から液体 4 5 が流出する可能性がある。

[0067] これに対して、図 3 (b) に示すように、センサ 1 1 0 x においては、第 1 変形可能部 1 1 が変形したときに、隣り合う複数の変形可能部の間のギャップ G P は、小さい。これは、隣り合う複数の変形可能部における変形し易さの違いが小さいためであると考えられる。ギャップ G P から液体 4 5 が流出することが抑制される。

[0068] 図 4 は、センサの特性を例示するグラフ図である。

図 4 の横軸は、「N」である。「N」が 0 の時は、上記のセンサ 1 1 9 に対応する。縦軸は、パラメータ D P ($\mu\text{m}/\text{kPa}$) である。パラメータ D P は、1 k P a の圧力が第 2 構造体 2 0 に加わったときの生じる第 1 変形可能部 1 1 と、第 2 変形可能部 1 2 と、の間に生じるギャップ G P の Z 軸方向の長さに対応する。「N」が 0 の時（センサ 1 1 9）においては、パラメータ D P は、1 k P a の圧力が第 2 構造体 2 0 に加わったときの生じる第 1 変形可能部 1 1 と膜部 1 0 x との間に生じるギャップ G P の Z 軸方向の長さに対応する。

[0069] 1 つの「N」において、複数の変形可能部の幅、それらの間のスリット 1 0 s の幅、及び、複数の変形可能部の厚さは、一定である。複数の「N」において、スリット 1 0 s の幅は、一定である。複数の変形可能部により形成される膜の平面形状は、実質的に円状である。膜の中央から X 軸方向の端に

向かって、変形可能部の長さが減少する（図 1（a）参照）。

[0070] 図 4 に示すように、パラメータ DP は、「N」が大きくなると減少する。

例えば、「N」が 3 のときのパラメータ DP は、「N」が 0 の時のパラメータ DP の約 60% になる。

[0071] 以下、実施形態に係るセンサのいくつかの例について説明する。以下においては、センサ 110 と異なる部分について説明する。

[0072] 図 5 は、第 1 実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的平面図である。

図 5 は、図 1（a）に対応する図である。図 5 に示すように、実施形態に係るセンサ 111 においては、複数の変形可能部の幅が、互いに異なっている。

[0073] センサ 111 においては、第 2 幅 12W は、第 1 幅 11W よりも広い。第 2 カウンター幅 12cW は、第 1 幅 11W よりも広い。

[0074] 例えば、第 N 幅 10NW は、第 (N-1) 幅 10(N-1)W よりも広い。例えば、第 N カウンター幅 10NcW は、第 (N-1) カウンター幅 10(N-1)cW よりも広い。

[0075] センサ 111 においても、ギャップ GP の Z 軸方向の長さを小さくできる。これにより、ギャップ GP から液体 45 が流出することが抑制される。特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0076] 図 6 は、第 1 実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

図 6 は、図 1（b）に対応する図である。図 6 に示すように、実施形態に係るセンサ 112 においては、複数の変形可能部の厚さが互いに異なっている。

[0077] センサ 112 においては、第 2 厚さ 12Z は、第 1 厚さ 11Z よりも厚い。第 2 カウンター厚さ 12cZ は、第 1 厚さ 11Z よりも厚い。

[0078] 例えば、第 N 厚さ 10NZ は、第 (N-1) 厚さ 10(N-1)Z よりも厚い。例えば、第 N カウンター厚さ 10NcZ は、第 (N-1) カウンター

厚さ $10(N-1)cZ$ よりも厚い。

[0079] センサ 112 においても、ギャップ GP の Z 軸方向の長さを小さくできる。これにより、ギャップ GP から液体 45 が流出することが抑制される。特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0080] 図 7 は、第 1 実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

図 7 は、図 1 (a) に対応する図である。実施形態に係るセンサ 113 においては、複数の変形可能部におけるヤング率が、互いに異なっている。複数の変形可能部におけるバネ定数が、互いに異なっても良い。この例では、例えば、材料の違いによりヤング率が異なり、バネ定数が異なる。

[0081] センサ 113 においては、例えば、第 2 変形可能部 11 の第 2 ヤング率は、第 1 変形可能部 11 の第 1 ヤング率よりも高い。

[0082] 例えば、第 N 幅 $10NW$ のヤング率は、第 $(N-1)$ 幅 $10(N-1)W$ のヤング率よりも高い。例えば、第 N カウンター幅 $10NcW$ のヤング率は、第 $(N-1)$ カウンター幅 $10(N-1)cW$ のヤング率よりも高い。

[0083] センサ 113 においては、例えば、第 2 変形可能部 11 の第 2 バネ定数は、第 1 変形可能部 11 の第 1 バネ定数よりも大きい。

[0084] 例えば、第 N 幅 $10NW$ のバネ定数は、第 $(N-1)$ 幅 $10(N-1)W$ のバネ定数よりも大きい。例えば、第 N カウンター幅 $10NcW$ のバネ定数は、第 $(N-1)$ カウンター幅 $10(N-1)cW$ のバネ定数よりも大きい。

[0085] センサ 113 においても、ギャップ GP の Z 軸方向の長さを小さくできる。これにより、ギャップ GP から液体 45 が流出することが抑制される。特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0086] 実施形態において、例えば、第 2 変形可能部 12 は、第 1 変形可能部 11 の第 1 長さ $11L$ よりも短い第 2 長さ $12L$ 、第 1 変形可能部 11 の第 1 幅 $11W$ よりも広い第 2 幅 $12W$ 、及び、第 1 変形可能部 11 の第 1 厚さ $11Z$ よりも厚い第 2 厚さ $12Z$ 、第 1 変形可能部 11 の第 1 ヤング率よりも高

い第2ヤング率、及び、第1変形可能部11の第1バネ定数よりも大きい第2バネ定数の少なくともいずれかを有しても良い。

[0087] このように、実施形態において、複数の変形可能部の長さ、複数の変形可能部の幅、複数の変形可能部の厚さ、複数の変形可能部のヤング率、及び、複数の変形可能部のバネ定数の少なくともいずれかが、互いに変更されても良い。ヤング率またはバネ定数は、例えば、異なる材料を用いることで変更されても良い。

[0088] センサ110においては、第1～第N変形可能部11、12～10Nと、支持部10Hと、の境界、及び、第2～第Nカウンター変形可能部12c～10Ncと、支持部10Hと、の境界で形成される形状（平面形状）は、略円状である。平面形状は、多角形状でも良い。

[0089] 複数の変形可能部の1つの形状は、例えば、梁状である。例えば、第1変形可能部11において、第1長さ11Lは、第1幅11Wの2倍以上100倍以下である。例えば、第1長さ11Lは、第1厚さ11Zの100倍以上3000倍以下である。例えば、第N長さ10NLは、第N幅10NWの2倍以上100倍以下である。例えば、第N長さ10NLは、第N厚さ10NZの100倍以上3000倍以下である。

[0090] 複数の変形可能部の1つにおいて、長さ、幅、厚さ、ヤング率またはバネ定数が変化しても良い。この場合、実用的には、変化する値の平均値を、複数の変形可能部のその1つについての、長さ、幅、厚さ、ヤング率またはバネ定数として用いても良い。

[0091] 図8は、第1実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

図8は、図1（a）に対応する図である。

図8に示すように、実施形態に係るセンサ114においては、複数の変形可能部の少なくとも1つは、孔10SLを含む。この例では、第1変形可能部11における孔10SLの長さは、第2変形可能部12における孔10SLの長さよりも長い。実施形態において、変形可能部に設けられる孔により

、バネ定数に変更されても良い。例えば、孔 10SL が大きいとバネ定数が小さくなる。孔 10SL の数が多いと、バネ定数が小さくなる。孔 10SL により、複数の変形可能部におけるバネ定数が、互いに異なっても良い。

[0092] 実施形態において、検出部 30 は、複数の変形可能部の少なくとも 1 つに設けられても良い。複数の検出部 30 が設けられても良い。検出部 30 は、変形可能部から離れて設けられても良い。

[0093] (第 2 実施形態)

以下、第 2 実施形態に係るセンサについて、第 1 実施形態に係るセンサと異なる部分について説明する。

[0094] 図 9 は、第 2 実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

図 9 は、図 1 (b) に対応する図である。図 9 に示すように、実施形態に係るセンサ 120 においては、複数の変形可能部の 2 つの面の特性が、互いに変更される。

[0095] 例えば、第 1 変形可能部 11 は、第 1 面 11 f A と第 2 面 11 f B とを含む。第 1 面 11 f A は、第 2 面 11 f B と液体 45 との間にある。第 1 面 11 f A は、液体 45 の側の面である。第 2 面 11 f B は、例えば、第 1 面 11 f A とは反対側の面である。

[0096] 本実施形態においては、第 2 面 11 f B の液体 45 に対する接触角は、第 1 面 11 f A の液体 45 に対する接触角よりも大きい。上記の接触角は、例えば、前進接触角である。

[0097] 第 2 面 11 f B の液体 45 とのぬれ性は、低い。例えば、第 2 面 11 f B においては、第 1 面 11 f A に比べて、疎水性が高い。このため、スリット 10s を介して液体 45 が流出することが抑制できる。特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0098] 実施形態において、第 1 変形可能部 11 の側面の液体 45 に対する接触角が第 1 面 11 f A の液体 45 に対する接触角よりも大きいても良い。

[0099] 例えば、第 2 変形可能部 12 は、第 3 面 12 f C と第 4 面 12 f D とを含む

む。第3面12fCは、第4面12fDと液体45との間にある。第4面12fDの液体45に対する接触角は、第3面12fCの液体45に対する接触角よりも大きい。

[0100] このように、複数の変形可能部の2つの面において、液体45との接触角が変更されても良い。

[0101] 例えば、第2面11fBを表面処理することにより、第2面11fBの液体45に対する接触角を第1面11fAの液体45に対する接触角よりも大きくできる。表面処理は、例えば、フッ素を含む化合物（例えば、 C_4F_8 ガスなど）による処理を含んでも良い。

[0102] このように、第2実施形態に係るセンサ120は、第1構造体10、第2構造体20及び検出部30を含む。第2構造体20は、第1構造体10と接続される。第1構造体10と第2構造体20との間に液体45が設けられる。

[0103] 第1構造体10は、支持部10Hと、支持部10Hに支持された第1変形可能部11と、を含む。第1変形可能部11は、第1面11fAと第2面11fBとを含む。第1面11fAは、第2面11fBと液体45との間にある。第2面11fBの液体45に対する接触角は、第1面11fAの液体45に対する接触角よりも大きい。

[0104] 図10は、第2実施形態に係るセンサの一部を例示する模式的断面図である。

図10は、図1（b）に対応する図である。図10に示すように、実施形態に係るセンサ121において、第1変形可能部11は、第1層11Pと第2層11Qとを含む。第1層11Pは、第2層11Qと液体45との間にある。例えば、第1層11Pはフッ素を含まず第2層11Qはフッ素を含む。第1層11Pに含まれるフッ素の濃度は、第2層11Qに含まれるフッ素の濃度よりも低い。第2層11Qは、フッ素を含む領域である。複数の変形可能部において、フッ素を含む領域が設けられても良い。例えば、第1層11Pは、フッ素化合物を含まず、第2層11Qはフッ素化合物を含む。または

、第1層11Pに含まれるフッ素化合物の濃度は、第2層11Qに含まれるフッ素化合物の濃度よりも低い。

[0105] 第2層11Qの厚さ（例えば、Z軸方向に沿う長さ）は、例えば、1nm以上200nm以下である。

[0106] 例えば、第1層11Pの表面が、第1面11fAに対応する。第2層11Qの表面が、第2面11fBに対応する。

[0107] 図11は、センサ特性を例示するグラフ図である。

図11の横軸は、スリット10sの幅 w_1 （ μm ）である。縦軸は、漏れ圧力 P_1 （ kPa ）である。漏れ圧力 P_1 は、スリット10sから液体45が流出し始めるときの、第2構造体20に加わる圧力に対応する。漏れ圧力 P_1 が大きいことが、液体45が流出し難いことに対応する。

[0108] 図11には、センサ120x及びセンサ119bに関する実験結果が例示されている。センサ120xにおいては、第2面11fBに C_4F_8 ガスによる処理が行われる。センサ119bにおいては C_4F_8 ガスによる処理が行われない。センサ119bにおけるこれ以外の構成は、センサ120xにおける構成と同じである。

[0109] 図11に示すように、センサ120xにおいては、センサ119bと比べて、大きな漏れ圧力 P_1 が得られる。センサ120xにおいては、液体45の流出が抑制できる。特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0110] 図12は、センサ特性を例示する模式図である。

図12に示すように、第1変形可能部11と第2変形可能部12との間にスリット10sが設けられる。

[0111] 液体45に加わる圧力を「 p 」とする。大気圧を、「 p_{atm} 」とする。液体45の表面張力を「 γ 」とする。液体45と接触媒体（変形可能部）との間の角度を「 θ 」とする。液体45の曲率半径を「 r 」とする。スリット10s（空隙）の幅を w_1 とする。

[0112] 例えば、以下の第1式及び第2式の関係がある。

[0113]
$$p - p_{\text{atm}} = 2\gamma / r \quad (1)$$

$$r = w_1 / (2 \sin \theta) \quad (2)$$

液体45がスリット10sから漏れるときの前進接触角を θ_{adv} とする。このとき、以下の第3式の関係がある。

[0114] $\theta > \theta_{adv} \quad (3)$

液体45がスリット10sから漏れるときの圧力の条件は、以下の第4式で表される。

[0115] $p - p_{atm} > 2\gamma (\sin \theta_{adv}) / w_1 \quad (4)$

したがって、前進接触角を大きくすることで、漏れ圧力の限界値を高めることができる。

[0116] 第2実施形態に係る構成と第1実施形態に係る構成とを互いに組み合わせで適用しても良い。

[0117] (第3実施形態)

以下の第3実施形態に係るセンサの説明において、第1実施形態に係るセンサと同様の部分については、適宜省略する。

[0118] 図13(a)及び図13(b)は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式図である。

図13(a)は、図13(b)の矢印ARからみた、センサの一部の平面図である。図13(b)は、図2(b)のA1-A2線断面に対応する断面図である。

[0119] 実施形態に係るセンサ130は、第1構造体10及び第2構造体20を含む。センサ130は、検出部30(図2(a)参照)をさらに含んでも良い。

[0120] 第1構造体10は、支持部10Hと、複数の変形可能部を含む。複数の変形可能部は、例えば、第1変形可能部11及び第2変形可能部12などを含む。第1変形可能部11は、支持部10Hに支持される。第2変形可能部12は、支持部10Hに支持される。第2変形可能部12は、例えば、第1変形可能部11に沿う。

[0121] 第2構造体20は、第1構造体10と接続される。第1構造体10と第2

構造体 20 との間に液体 45 が設けられる。

[0122] この例においても、検出部 30 は、第 1 変形可能部 11 及び第 2 変形可能部 12 の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する。

[0123] 図 13 (a) に示すように、第 1 変形可能部 11 は、第 1 側面 11 s f a を含む。第 1 側面 11 s f a は、第 2 変形可能部 12 と対向する。第 1 側面 11 s f a は、第 1 変形可能部 11 から第 2 変形可能部 12 へ方向と交差する。第 1 側面 11 s f a は、第 1 凹凸 11 d p a を含む。

[0124] 第 2 変形可能部 12 は、第 2 側面 12 s f a を含む。第 2 側面 12 s f a は、第 1 変形可能部 11 と対向する。第 2 側面 12 s f a は、第 1 変形可能部 11 から第 2 変形可能部 12 へ方向と交差する。第 2 側面 12 s f a は、第 2 凹凸 12 d p a を含む。第 2 凹凸 12 d p a は、第 1 凹凸 11 d p a に沿う。

[0125] 例えば、第 1 凹凸 11 d p a は、第 1 凸部 11 p a 及び第 1 凹部 11 d a を含む。第 2 凹凸 12 d p a は、第 2 凸部 12 p a 及び第 2 凹部 12 d a を含む。第 2 凹部 12 d a は、第 1 凸部 11 p a と対向する。第 2 凸部 12 p a は、第 1 凹部 11 d a と対向する。

[0126] 第 1 変形可能部 11 は、第 1 カウンター側面 11 s f b を含む。第 1 カウンター側面 11 s f b は、第 2 カウンター変形可能部 12 c と対向する。第 1 カウンター側面 11 s f b は、第 1 変形可能部 11 から第 2 カウンター変形可能部 12 c へ方向と交差する。第 1 カウンター側面 11 s f b は、第 1 カウンター凹凸 11 d p b を含む。

[0127] 第 2 カウンター変形可能部 12 c は、第 2 カウンター側面 12 s f b を含む。第 2 カウンター側面 12 s f b は、第 1 変形可能部 11 と対向する。第 2 カウンター側面 12 s f b は、第 1 変形可能部 11 から第 2 カウンター変形可能部 12 c へ方向と交差する。第 2 カウンター側面 12 s f b は、第 2 カウンター凹凸 12 d p b を含む。第 2 カウンター凹凸 12 d p b は、第 1 カウンター凹凸 11 d p b に沿う。

[0128] 例えば、第 1 カウンター凹凸 11 d p b は、第 1 カウンター凸部 11 p b

及び第1カウンター凹部11dbを含む。第2カウンター凹凸12dpbは、第2カウンター凸部12pb及び第2カウンター凹部12dbを含む。第2カウンター凹部12dbは、第1カウンター凸部11pbと対向する。第2カウンター凸部12pbは、第1カウンター凹部11dbと対向する。

[0129] センサ130においては、例えば、変形可能部は、幅が広い部分と、幅が狭い部分と、を含む。変形可能部の変形が容易になる。例えば、ギャップから液体45が流出することが抑制できる。例えば、特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0130] 図14は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式的平面図である。

実施形態に係るセンサ131において、第1変形可能部11、第2変形可能部12及び第2カウンター変形可能部12cの組が複数設けられても良い。センサ131においても、複数の変形可能部の側面が凹凸を含む。

[0131] 図15は、第3実施形態に係るセンサを例示する模式的平面図である。

実施形態に係るセンサ132において、第1変形可能部11、第2変形可能部12及び第2カウンター変形可能部12cの組が複数設けられても良い。センサ132においても、複数の変形可能部の側面が凹凸を含む。凹凸は、連続してカーブする波形状でも良い。凹凸の少なくとも一部は、直線（平面）を含んでも良い（図14など）。センサ131及び132においても、変形可能部の変形が容易になる。例えば、ギャップから液体45が流出することが抑制できる。例えば、特性を安定にできるセンサを提供できる。

[0132] 例えば、橋梁等の構造物の老朽化に伴う問題が顕在化してきている。構造物の状態を監視するための技術の開発が望まれる。例えば、アコースティック・エミッション（AE：Acoustic Emission）方式により、構造物の損傷を検出する技術がある。この技術においては、例えば、内部亀裂の発生、または、内部亀裂の進展に伴い発生する弾性波が、高感度のセンサにより検出される。

[0133] アコースティック・エミッションは、例えば、材料の疲労亀裂の進展に伴い発生する弾性波である。AE方式では、この弾性波が、AEセンサにより

、電圧信号（A E 信号）として検出される。A E センサとして、例えば、P Z T などの圧電素子を用いたセンサがある。

[0134] 例えば、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) タイプの A E センサもある。MEMS タイプの A E センサにおいて、カンチレバーとフレームとの間に形成されたギャップを密閉する液体が設けられる。液体は、有限な範囲内に留まるように液体保持領域に保持される。液体により、液体の表面張力波に沿ってカンチレバーが振動する。これにより、広帯域・高感度な振動センサとして動作する。

[0135] 液体がギャップから漏れ出す場合がある。例えば、センサが落下したときなどにおいて、センサに衝撃が加わる。このような場合に、ギャップが瞬間的に拡大する。これにより、液体が漏れる場合がある。液体がギャップから漏れると、センサの能力を十分に得ることが困難になる。

[0136] 実施形態においては、例えば、液体 4 5 の流出を抑制できる。例えば、A E センサにおいて、耐衝撃性が向上できる。例えば、安定した特性が得易くなる。

[0137] 図中の符号は、以下の通りである。

1 O …第 1 構造体、 1 O F …膜部、 1 O H …支持部、 1 O N …第 N 変形可能部、 1 O N L …第 N 長さ、 1 O N W …第 N 幅、 1 O N Z …第 N 厚さ、 1 O (N - 1) …第 (N - 1) 変形可能部、 1 O (N - 1) L …第 (N - 1) 長さ、 1 O (N - 1) W …第 (N - 1) 幅、 1 O (N - 1) Z …第 (N - 1) 厚さ、 1 O (N - 1) c …第 (N - 1) カウンター変形可能部、 1 O (N - 1) c L …第 (N - 1) カウンター長さ、 1 O (N - 1) c W …第 (N - 1) カウンター幅、 1 O (N - 1) c Z …第 (N - 1) カウンター厚さ、 1 O N c …第 N カウンター変形可能部、 1 O N c L …第 N カウンター長さ、 1 O N c W …第 N カウンター幅、 1 O N c Z …第 N カウンター厚さ、 1 O N c p …第 N カウンター端部、 1 O N c q …第 N カウンター他端部、 1 O N p …第 N 端部、 1 O N q …第 N 他端部、 1 O (N - 1) p …第 (N - 1) カウンター端部、 1 O (N - 1)

) q…第(N-1)カウンター他端部、 10s…スリット、 10SL…
 孔、 10x…膜部、 11、12、13…第1、第2、第3変形可能部、
 11L、12L…第1、第2長さ、 11W、12W…第1、第2幅、
 11Z、12Z…第1、第2厚さ、 11da…第1凹部、 11db…第
 1カウンター凹部、 11dpa…第1凹凸、 11dpb…第1カウンタ
 ー凹凸、 11fA、11fB…第1、第2面、 11p、12p…第1、
 第2端部、 11q、12q…第1、第2他端部、 11pa…第1凸部、
 11pb…第1カウンター凸部、 11sa、11sb、12sa、12
 sb…側部、 11sfa…第1側面、 11sfb…第1カウンター側面
 、 12c、13c…第2、第3カウンター変形可能部、 12cL…第2
 カウンター長さ、 12cW…第2カウンター幅、 12cZ…第2カウ
 ンター厚さ、 12da…第2凹部、 12db…第2カウンター凹部、 1
 2dpa…第2凹凸、 12dpb…第2カウンター凹凸、 12fC、1
 2fD…第3、第4面、 12pa…第2凸部、 12pb…第2カウンタ
 ー凸部、 12sfa…第2側面、 12sfb…第2カウンター側面、
 20…第2構造体、 30…検出部、 35e、35f…第1、第2電極、
 45…液体、 110、110x、111、112、113、114、1
 19、119b、120、120x、121、130、131、132…セ
 ンサ、 AR…矢印、 DP…パラメータ、 GP…ギャップ、 P1…圧
 力、 w1…幅。

[0138] 実施形態は、例えば、以下の構成（例えば技術案）を含んでも良い。

(構成1)

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部であって、前記第1変形可能部
 は、第1長さ、第1幅及び第1厚さを有し、前記第1長さは、前記第1幅よ
 りも大きく前記第1厚さよりも大きい、前記第1変形可能部と、

前記支持部に支持され前記第1変形可能部に沿う第2変形可能部であっ
 て、前記第2変形可能部は、前記第1長さよりも短い第2長さ、前記第1幅

よりも広い第2幅、前記第1厚さよりも厚い第2厚さ、前記第1変形可能部の第1ヤング率よりも高い第2ヤング率、前記第1変形可能部の第1バネ定数よりも大きい第2バネ定数の少なくともいずれかを有し、前記第2長さは、前記第2幅よりも大きく前記第2厚さよりも大きい、前記第2変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

前記第1変形可能部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する検出部と、

を備えたセンサ。

[0139] (構成2)

前記第1長さは、第1方向に沿う前記第1変形可能部の長さであり、

前記第2長さは、前記第1方向に沿う前記第2変形可能部の長さであり、

前記第1変形可能部から前記第2変形可能部への第2方向は、前記第1方向と交差し、

前記第1幅は、前記第2方向に沿う前記第1変形可能部の長さであり、

前記第2幅は、前記第2方向に沿う前記第2変形可能部の長さであり、

第3方向は、前記第1方向及び前記第2方向を含む平面と交差し、

前記第1厚さは、前記第3方向に沿う前記第1変形可能部の長さであり、

前記第2厚さは、前記第3方向に沿う前記第2変形可能部の長さである、

構成1記載のセンサ。

[0140] (構成3)

前記第1変形可能部は、前記第1方向に沿う2つの第1側部を含み、

前記2つの第1側部は、前記支持部から離れ、前記第2変形可能部から離れ、

前記第2変形可能部は、前記第1方向に沿う2つの第2側部を含み、

前記2つの第2側部は、前記支持部から離れ、前記第1変形可能部から離

れた、構成 2 記載のセンサ。

[0141] (構成 4)

前記第 1 構造体は、前記第 1 変形可能部と前記第 2 変形可能部との間に設けられたスリット、及び、前記第 2 変形可能部と前記支持部との間に設けられたスリットを含む、構成 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載のセンサ。

[0142] (構成 5)

前記第 1 変形可能部の第 1 端部は、前記支持部に支持され、
前記第 1 変形可能部の第 1 他端部は、前記支持部に支持され、
前記第 2 変形可能部の第 2 端部は、前記支持部に支持され、
前記第 2 変形可能部の第 2 他端部は、前記支持部に支持された、前記構成 2 ～ 4 のいずれか 1 つに記載のセンサ。

[0143] (構成 6)

前記第 1 他端部から前記第 1 端部へ方向は、前記第 1 方向に沿う、構成 5 記載のセンサ。

[0144] (構成 7)

前記第 1 構造体は、前記支持部に支持され前記第 1 変形可能部に沿う第 2 カウンター変形可能部をさらに含み、

前記第 2 変形可能部と前記第 2 カウンター変形可能部との間に、前記第 1 変形可能部の少なくとも一部が設けられ、

前記第 2 カウンター変形可能部は、前記第 1 長さよりも短い第 2 カウンター長さ、前記第 1 幅よりも広い第 2 カウンター幅、及び、前記第 1 厚さよりも厚い第 2 カウンター厚さの少なくともいずれかを有し、前記第 2 カウンター長さは、前記第 2 カウンター幅よりも大きく前記第 2 カウンター厚さよりも大きい、構成 1 ～ 6 のいずれか 1 つに記載のセンサ。

[0145] (構成 8)

前記第 1 構造体は、前記支持部に支持された第 N 変形可能部をさらに含み、

前記 N は、3 以上の整数であり、

前記第1変形可能部と前記第N変形可能部との間に第(N-1)変形可能部があり、

前記第N変形可能部は、前記第(N-1)変形可能部に沿い、

前記第(N-1)変形可能部は、第(N-1)長さ、第(N-1)幅及び第(N-1)厚さを有し、前記第(N-1)長さは、前記第(N-1)幅よりも大きく前記第(N-1)厚さよりも大きく、

前記第N変形可能部は、前記第(N-1)長さよりも短い第N長さ、前記第(N-1)幅よりも広い第N幅、及び、前記第(N-1)厚さよりも厚い第N厚さの少なくともいずれかを有し、前記第N長さは、前記第N幅よりも大きく前記第N厚さよりも大きい、構成1～7のいずれか1つに記載のセンサ。

[0146] (構成9)

前記第1構造体は、前記支持部に支持された第Nカウンター変形可能部をさらに含み、

前記第N変形可能部と前記第Nカウンター変形可能部との間に前記第1変形可能部があり、

前記第1変形可能部と前記第Nカウンター変形可能部との間に第(N-1)カウンター変形可能部があり、

前記第Nカウンター変形可能部は、前記第(N-1)カウンター変形可能部に沿い、

前記第(N-1)カウンター変形可能部は、第(N-1)カウンター長さ、第(N-1)カウンター幅及び第(N-1)カウンター厚さを有し、前記第(N-1)カウンター長さは、前記第(N-1)カウンター幅よりも大きく前記第(N-1)カウンター厚さよりも大きく、

前記第Nカウンター変形可能部は、前記第(N-1)カウンター長さよりも短い第Nカウンター長さ、前記第(N-1)カウンター幅よりも広い第Nカウンター幅、及び、前記第(N-1)カウンター厚さよりも厚い第Nカウンター厚さの少なくともいずれかを有し、前記第Nカウンター長さは、前記

第Nカウンター幅よりも大きく前記第Nカウンター厚さよりも大きい、構成8記載のセンサ。

[0147] (構成10)

前記第1～第N変形可能部と前記支持部との境界、及び、前記第2～前記第Nカウンター変形可能部と前記支持部との境界で形成される形状は、略円状である、構成9記載のセンサ。

[0148] (構成11)

前記変形は、前記第2構造体に加わる音波に応じる、構成1～10のいずれか1つに記載のセンサ。

[0149] (構成12)

前記第1長さは、前記第1幅の2倍以上100倍以下である、構成1～11のいずれか1つに記載のセンサ。

[0150] (構成13)

前記第1長さは、前記第1厚さの100倍以上3000倍以下である、構成1～12のいずれか1つに記載のセンサ。

[0151] (構成14)

前記第1変形可能部は、第1面と第2面とを含み、
前記第1面は、前記第2面と前記液体との間にあり、
前記第2面の前記液体に対する接触角は、前記第1面の前記液体に対する接触角よりも大きい、構成1～13のいずれか1つに記載のセンサ。

[0152] (構成15)

前記第1変形可能部は、第1層と第2層とを含み、
前記第1層は、前記第2層と前記液体との間にあり、
前記第1層はフッ素を含まず前記第2層はフッ素を含む、または、前記第1層に含まれるフッ素の濃度は前記第2層に含まれるフッ素の濃度よりも低い、構成1～14いずれか1つに記載のセンサ。

[0153] (構成16)

前記第2変形可能部は、第3面と第4面とを含み、

前記第3面は、前記第4面と前記液体との間にあり、

前記第4面の前記液体に対する接触角は、前記第3面の前記液体に対する接触角よりも大きい、構成14～15のいずれか1つに記載のセンサ。

[0154] (構成17)

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

を備え、

前記第1変形可能部は、第1面と第2面とを含み、

前記第1面は、前記第2面と前記液体との間にあり、

前記第2面の前記液体に対する接触角は、前記第1面の前記液体に対する接触角よりも大きい、センサ。

[0155] (構成18)

前記第1変形可能部は、第1層と第2層とを含み、

前記第1層は、前記第2層と前記液体との間にあり、

前記第1層はフッ素を含まず前記第2層はフッ素を含む、または、前記第1層に含まれるフッ素の濃度は前記第2層に含まれるフッ素の濃度よりも低い、構成17記載のセンサ。

[0156] (構成19)

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部と、

前記支持部に支持され前記第1変形可能部に沿う第2変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

前記第1変形可能部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形

に応じた信号を出力する検出部と、

を備え、

前記第 1 変形可能部は、前記第 2 変形可能部と対向し第 1 凹凸を含む第 1 側面を含み、

前記第 2 変形可能部は、前記第 1 変形可能部と対向し前記第 1 凹凸に沿う第 2 凹凸を含む第 2 側面を含む、センサ。

[0157] (構成 20)

前記第 1 凹凸は、第 1 凸部及び第 1 凹部を含み、

前記第 2 凹凸は、前記第 1 凸部と対向する第 2 凹部と、前記第 1 凹部と対向する第 2 凸部と、を含む、構成 19 記載のセンサ。

[0158] (構成 21)

前記信号は、

前記変形に伴って生じる抵抗の変化、

前記変形に伴って生じる圧電の電圧の変化、及び、

前記変形に伴って生じる静電容量の変化、

の少なくともいずれかを含む、構成 1～20 のいずれか 1 つに記載のセンサ。

[0159] (構成 22)

前記検出部は、

前記第 1 変形可能部の一部に接続された第 1 電極と、

前記第 1 変形可能部の別の一部に接続された第 2 電極と、

を含む、構成 1～21 のいずれか 1 つに記載のセンサ。

[0160] 実施形態によれば、特性を安定にできるセンサを提供することができる。

[0161] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、センサに含まれる構造体、保持部、液体及び検出部などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包

含まれる。

[0162] また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0163] その他、本発明の実施の形態として上述したセンサを基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全てのセンサも、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0164] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

[0165] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明及びその等価物の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

請求の範囲

[請求項1]

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部と、

前記支持部に支持された第2変形可能部であって、前記第2変形可能部は、前記第1変形可能部の第1長さよりも短い第2長さ、前記第1変形可能部の第1幅よりも広い第2幅、前記第1変形可能部の第1厚さよりも厚い第2厚さ、前記第1変形可能部の第1ヤング率よりも高い第2ヤング率、及び、前記第1変形可能部の第1バネ定数よりも大きい第2バネ定数の少なくともいずれかを有する、前記第2変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

前記第1変形可能部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する検出部と、

を備えたセンサ。

[請求項2]

前記第1長さは、第1方向に沿う前記第1変形可能部の長さであり、

前記第2長さは、前記第1方向に沿う前記第2変形可能部の長さであり、

前記第1変形可能部から前記第2変形可能部への第2方向は、前記第1方向と交差し、

前記第1幅は、前記第2方向に沿う前記第1変形可能部の長さであり、

前記第2幅は、前記第2方向に沿う前記第2変形可能部の長さであり、

第3方向は、前記第1方向及び前記第2方向を含む平面と交差し、

前記第1厚さは、前記第3方向に沿う前記第1変形可能部の長さで

あり、

前記第2厚さは、前記第3方向に沿う前記第2変形可能部の長さである、請求項1記載のセンサ。

[請求項3] 前記第1変形可能部は、前記第1方向に沿う2つの第1側部を含み、

前記2つの第1側部は、前記支持部から離れ、前記第2変形可能部から離れ、

前記第2変形可能部は、前記第1方向に沿う2つの第2側部を含み、

前記2つの第2側部は、前記支持部から離れ、前記第1変形可能部から離れた、請求項2記載のセンサ。

[請求項4] 前記第1構造体は、前記第1変形可能部と前記第2変形可能部との間に設けられたスリット、及び、前記第2変形可能部と前記支持部との間に設けられたスリットを含む、請求項1記載のセンサ。

[請求項5] 前記第1変形可能部の第1端部は、前記支持部に支持され、
前記第1変形可能部の第1他端部は、前記支持部に支持され、
前記第2変形可能部の第2端部は、前記支持部に支持され、
前記第2変形可能部の第2他端部は、前記支持部に支持された、前記請求項2記載のセンサ。

[請求項6] 前記第1他端部から前記第1端部へ方向は、前記第1方向に沿う、請求項5記載のセンサ。

[請求項7] 前記第1構造体は、前記支持部に支持され前記第1変形可能部に沿う第2カウンター変形可能部をさらに含み、

前記第2変形可能部と前記第2カウンター変形可能部との間に、前記第1変形可能部の少なくとも一部が設けられ、

前記第2カウンター変形可能部は、前記第1長さよりも短い第2カウンター長さ、前記第1幅よりも広い第2カウンター幅、及び、前記第1厚さよりも厚い第2カウンター厚さ、前記第1ヤング率よりも高

い第2カウンターヤング率、前記第1バネ定数よりも大きい第2カウンターバネ定数の少なくともいずれかを有し、前記第2カウンター長さは、前記第2カウンター幅よりも大きく前記第2カウンター厚さよりも大きい、請求項1記載のセンサ。

[請求項8] 前記第1構造体は、前記支持部に支持された第N変形可能部をさらに含み、

前記Nは、3以上の整数であり、

前記第1変形可能部と前記第N変形可能部との間に第(N-1)変形可能部があり、

前記第N変形可能部は、前記第(N-1)変形可能部に沿い、

前記第(N-1)変形可能部は、第(N-1)長さ、第(N-1)幅及び第(N-1)厚さを有し、前記第(N-1)長さは、前記第(N-1)幅よりも大きく前記第(N-1)厚さよりも大きく、

前記第N変形可能部は、前記第(N-1)長さよりも短い第N長さ、前記第(N-1)幅よりも広い第N幅、及び、前記第(N-1)厚さよりも厚い第N厚さの少なくともいずれかを有し、前記第N長さは、前記第N幅よりも大きく前記第N厚さよりも大きい、請求項1記載のセンサ。

[請求項9] 前記第1構造体は、前記支持部に支持された第Nカウンター変形可能部をさらに含み、

前記第N変形可能部と前記第Nカウンター変形可能部との間に前記第1変形可能部があり、

前記第1変形可能部と前記第Nカウンター変形可能部との間に第(N-1)カウンター変形可能部があり、

前記第Nカウンター変形可能部は、前記第(N-1)カウンター変形可能部に沿い、

前記第(N-1)カウンター変形可能部は、第(N-1)カウンター長さ、第(N-1)カウンター幅及び第(N-1)カウンター厚さ

を有し、前記第 $(N-1)$ カウンター長さは、前記第 $(N-1)$ カウンター幅よりも大きく前記第 $(N-1)$ カウンター厚さよりも大きく、

前記第 N カウンター変形可能部は、前記第 $(N-1)$ カウンター長さよりも短い第 N カウンター長さ、前記第 $(N-1)$ カウンター幅よりも広い第 N カウンター幅、及び、前記第 $(N-1)$ カウンター厚さよりも厚い第 N カウンター厚さの少なくともいずれかを有し、前記第 N カウンター長さは、前記第 N カウンター幅よりも大きく前記第 N カウンター厚さよりも大きい、請求項8記載のセンサ。

[請求項10] 前記第1～第 N 変形可能部と前記支持部との境界、及び、前記第2～前記第 N カウンター変形可能部と前記支持部との境界で形成される形状は、略円状である、請求項9記載のセンサ。

[請求項11] 前記変形は、前記第2構造体に加わる音波に応じる、請求項1記載のセンサ。

[請求項12] 前記第1長さは、前記第1幅の2倍以上100倍以下である、請求項1記載のセンサ。

[請求項13] 前記第1長さは、前記第1厚さの100倍以上3000倍以下である、請求項1記載のセンサ。

[請求項14] 前記第1変形可能部は、第1面と第2面とを含み、
前記第1面は、前記第2面と前記液体との間にあり、
前記第2面の前記液体に対する接触角は、前記第1面の前記液体に対する接触角よりも大きい、請求項1記載のセンサ。

[請求項15] 前記第1変形可能部は、第1層と第2層とを含み、
前記第1層は、前記第2層と前記液体との間にあり、
前記第1層はフッ素を含まず前記第2層はフッ素を含む、または、
前記第1層に含まれるフッ素の濃度は前記第2層に含まれるフッ素の濃度よりも低い、請求項1記載のセンサ。

[請求項16] 前記第2変形可能部は、第3面と第4面とを含み、

前記第3面は、前記第4面と前記液体との間にあり、

前記第4面の前記液体に対する接触角は、前記第3面の前記液体に対する接触角よりも大きい、請求項14記載のセンサ。

[請求項17]

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

を備え、

前記第1変形可能部は、第1面と第2面とを含み、

前記第1面は、前記第2面と前記液体との間にあり、

前記第2面の前記液体に対する接触角は、前記第1面の前記液体に対する接触角よりも大きい、センサ。

[請求項18]

前記第1変形可能部は、第1層と第2層とを含み、

前記第1層は、前記第2層と前記液体との間にあり、

前記第1層はフッ素を含まず前記第2層はフッ素を含む、または、前記第1層に含まれるフッ素の濃度は前記第2層に含まれるフッ素の濃度よりも低い、請求項17記載のセンサ。

[請求項19]

支持部と、

前記支持部に支持された第1変形可能部と、

前記支持部に支持され前記第1変形可能部に沿う第2変形可能部と、

を含む第1構造体と、

前記第1構造体と接続された第2構造体であって、前記第1構造体と前記第2構造体との間に液体が設けられる、前記第2構造体と、

前記第1変形可能部及び前記第2変形可能部の少なくともいずれかの変形に応じた信号を出力する検出部と、

を備え、

前記第 1 変形可能部は、前記第 2 変形可能部と対向し第 1 凹凸を含む第 1 側面を含み、

前記第 2 変形可能部は、前記第 1 変形可能部と対向し前記第 1 凹凸に沿う第 2 凹凸を含む第 2 側面を含む、センサ。

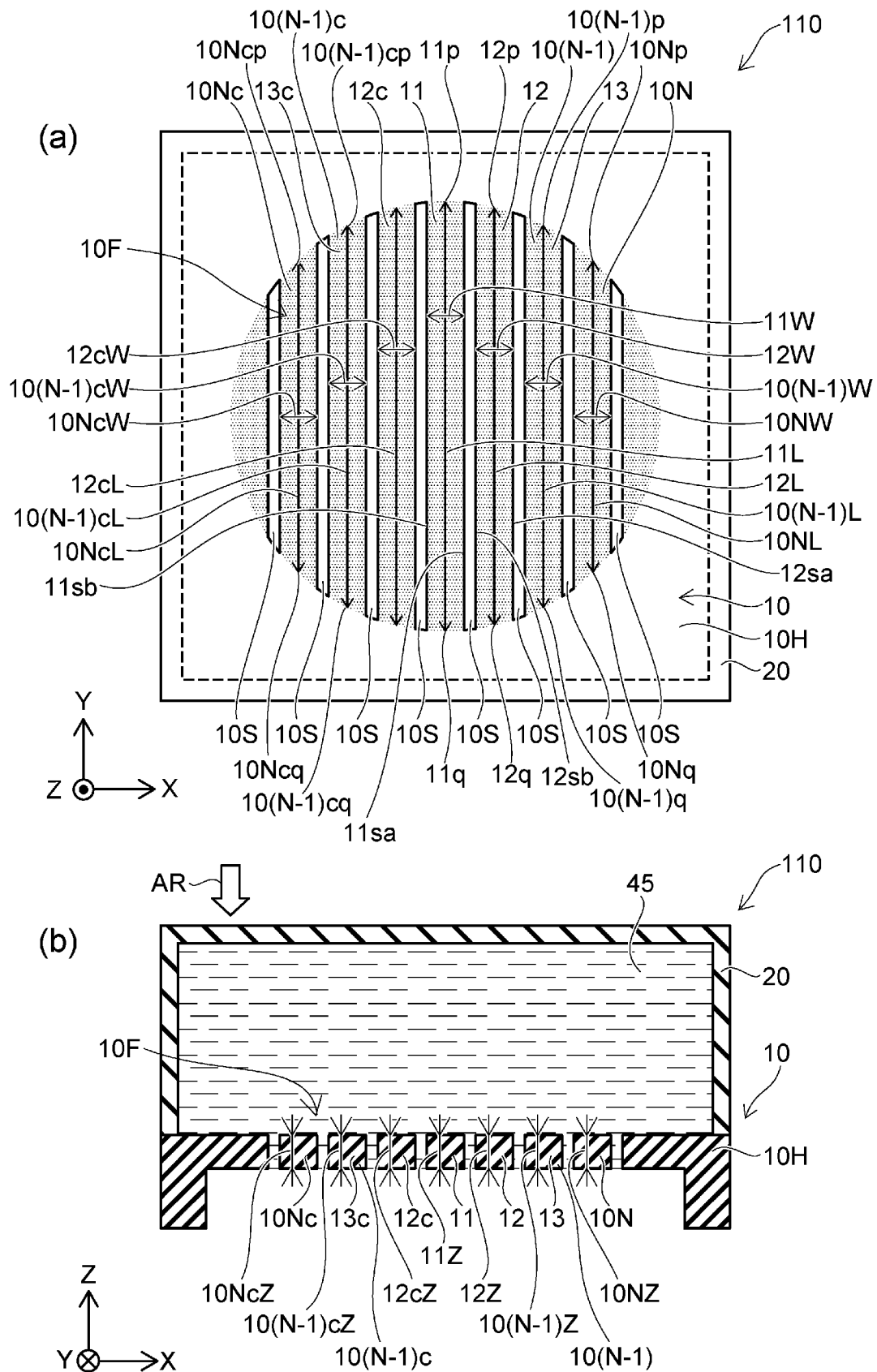
[請求項20]

前記検出部は、

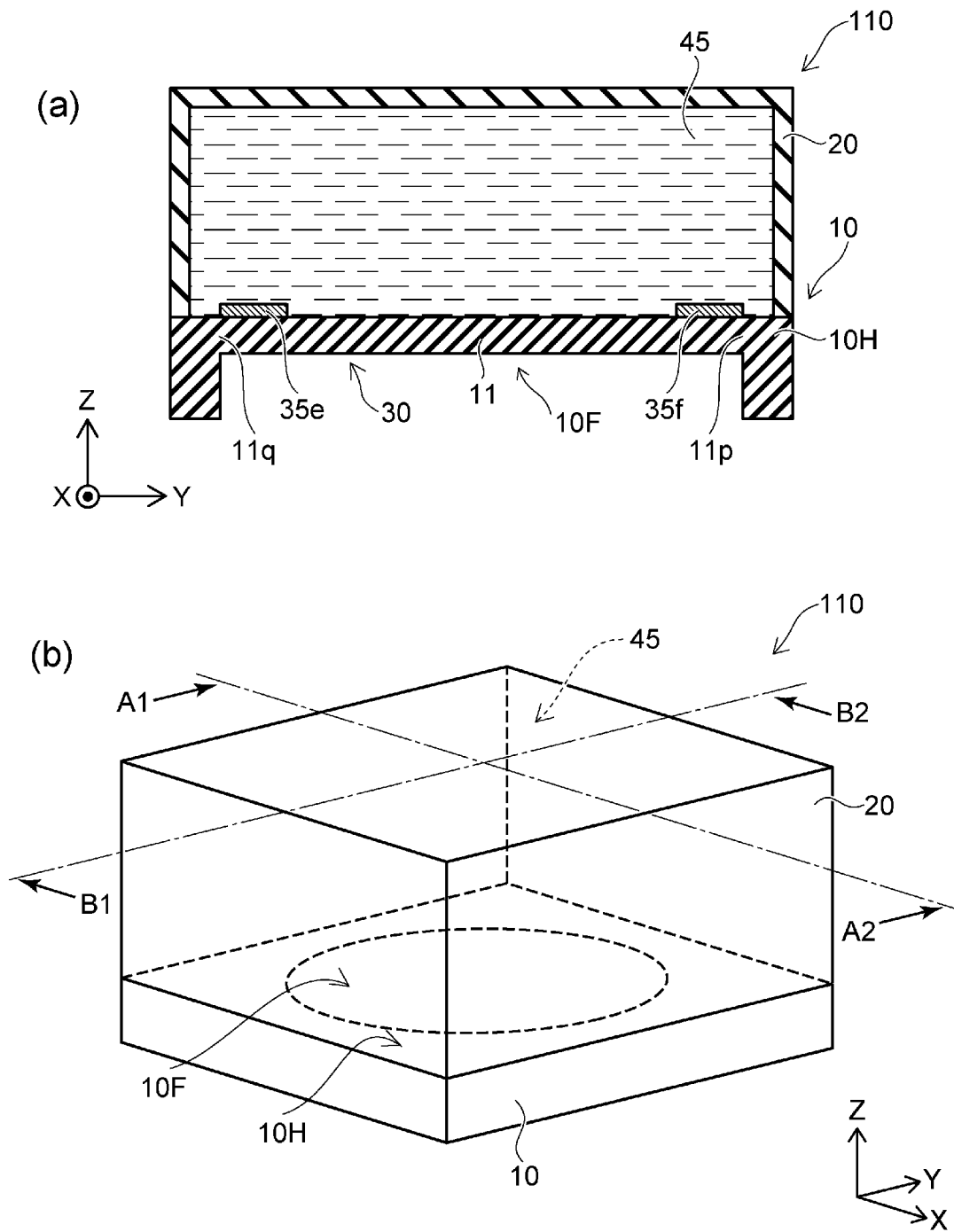
前記第 1 変形可能部の一部に接続された第 1 電極と、

前記第 1 変形可能部の別の一部に接続された第 2 電極と、
を含む、請求項 1 記載のセンサ。

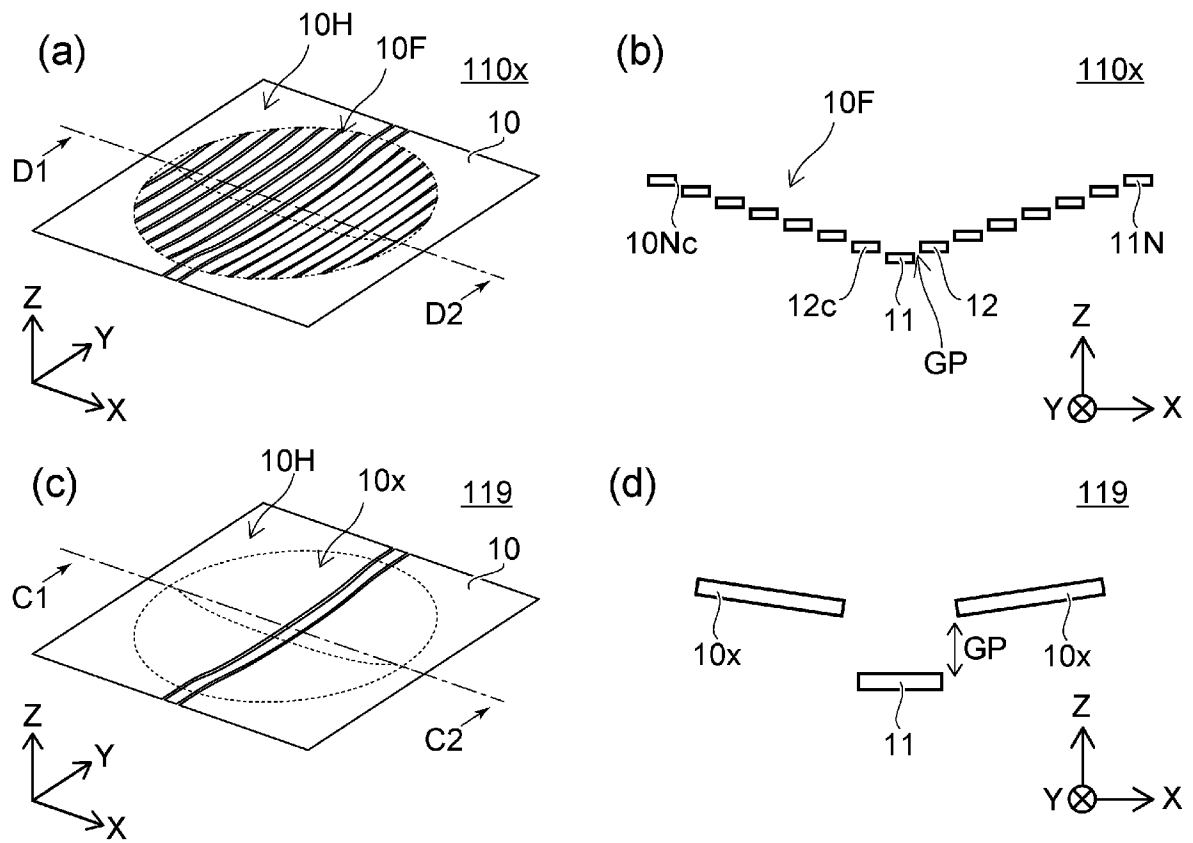
[図1]



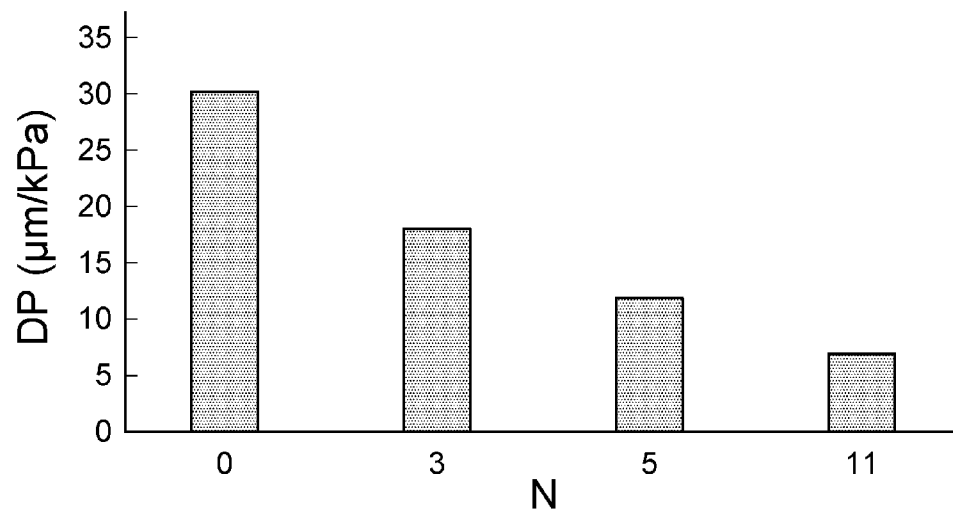
[図2]



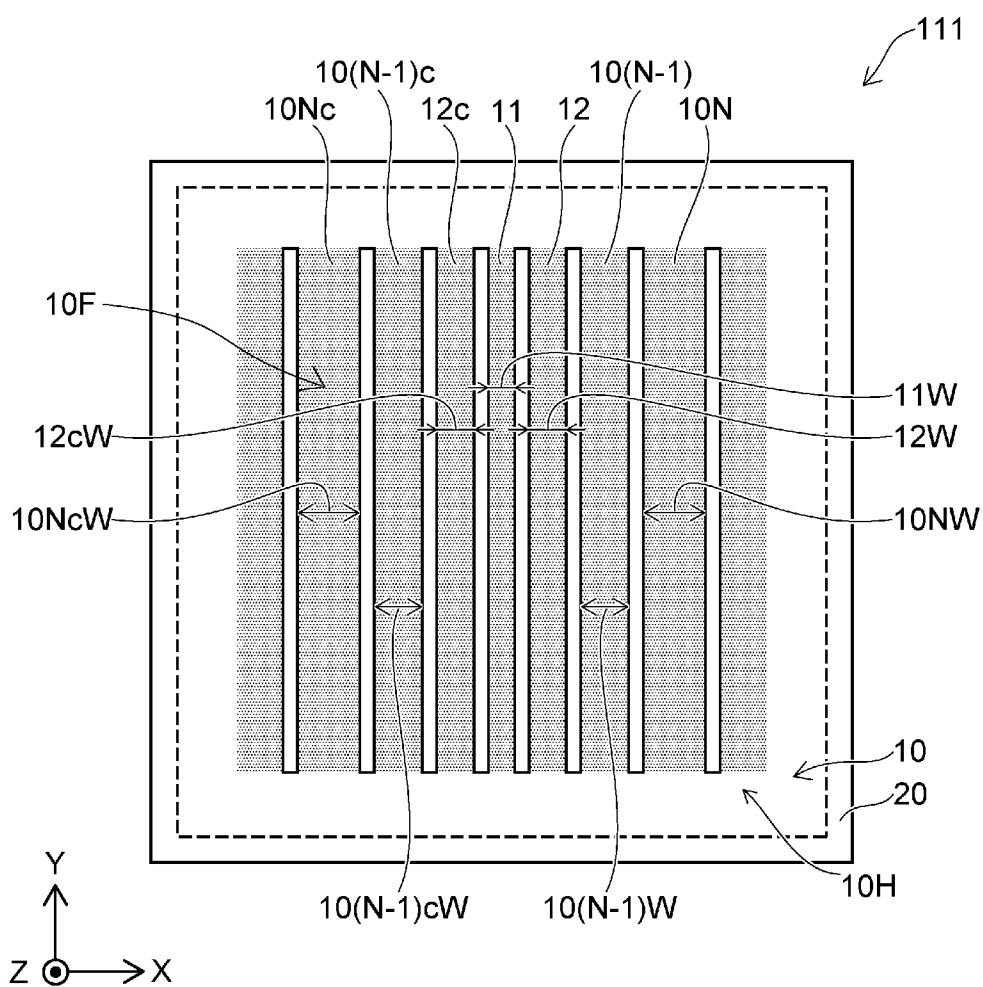
[図3]



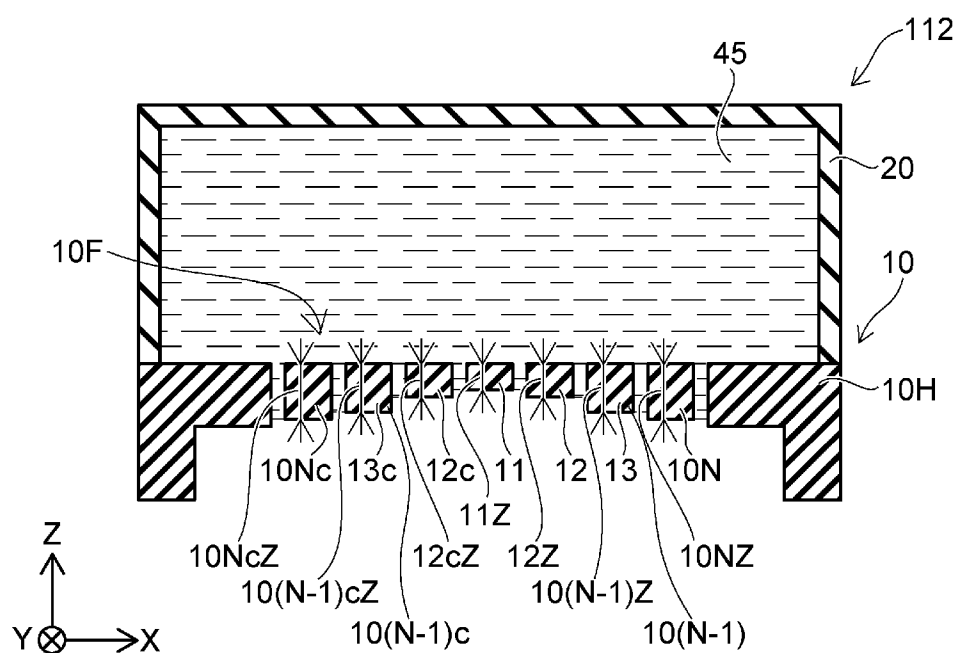
[図4]



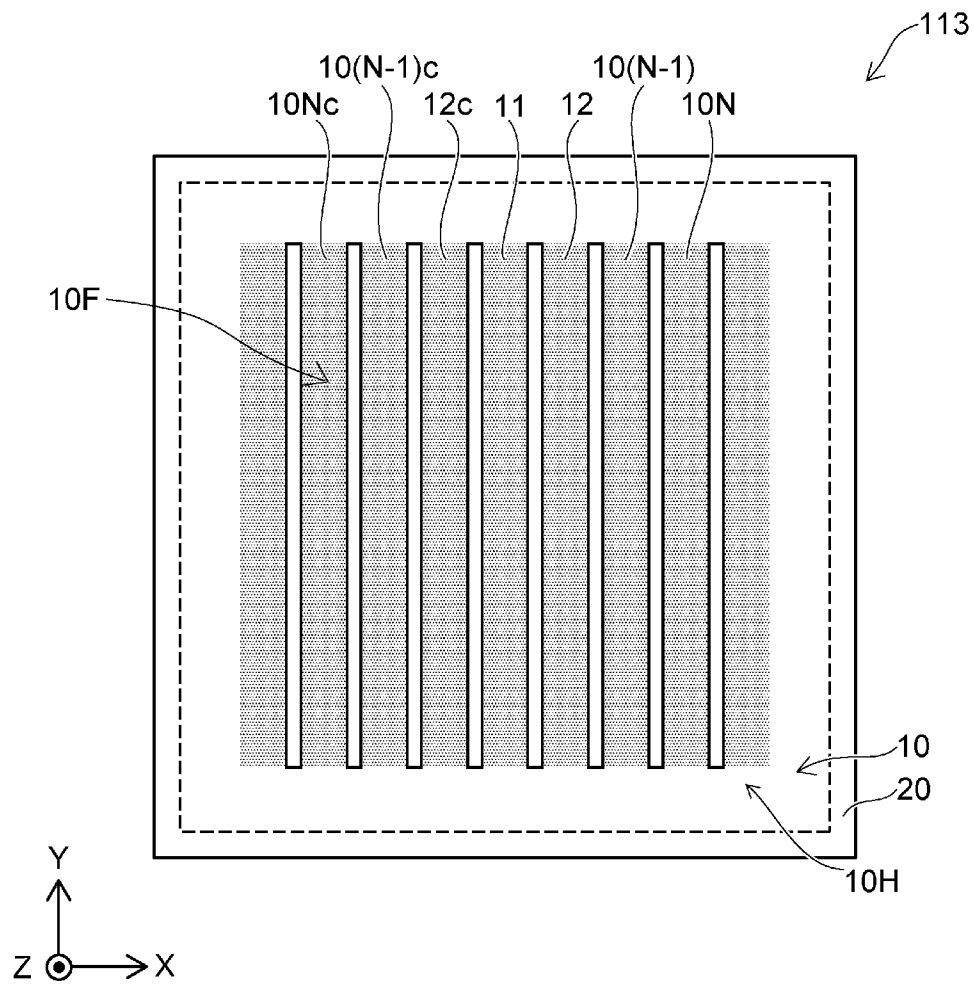
[図5]



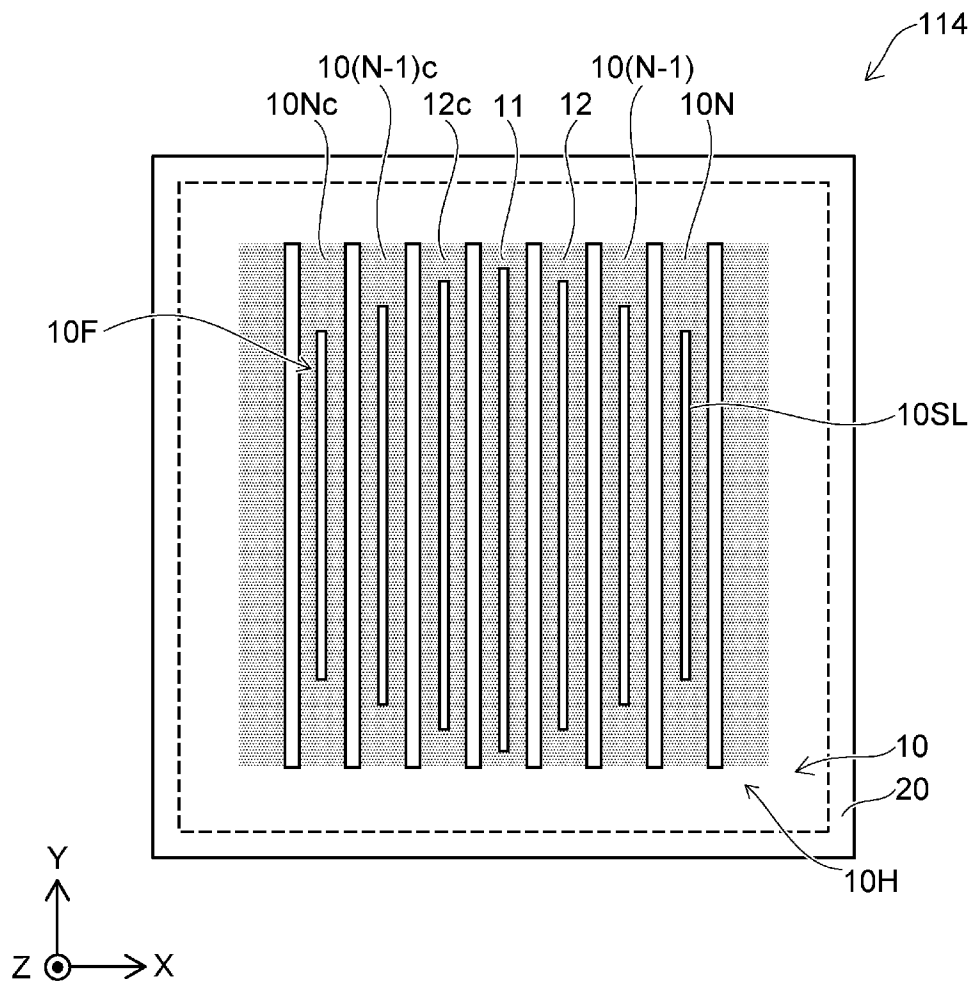
[図6]



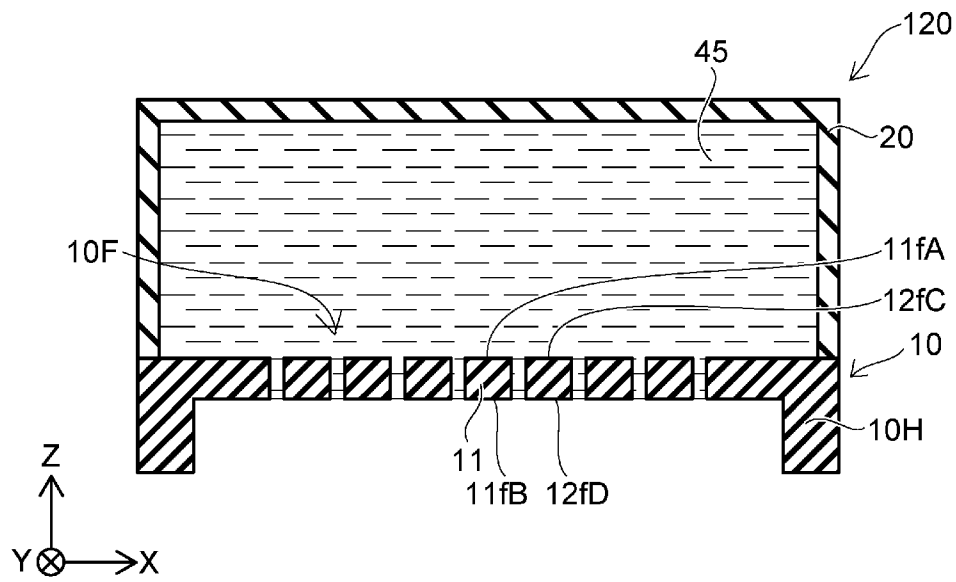
[図7]



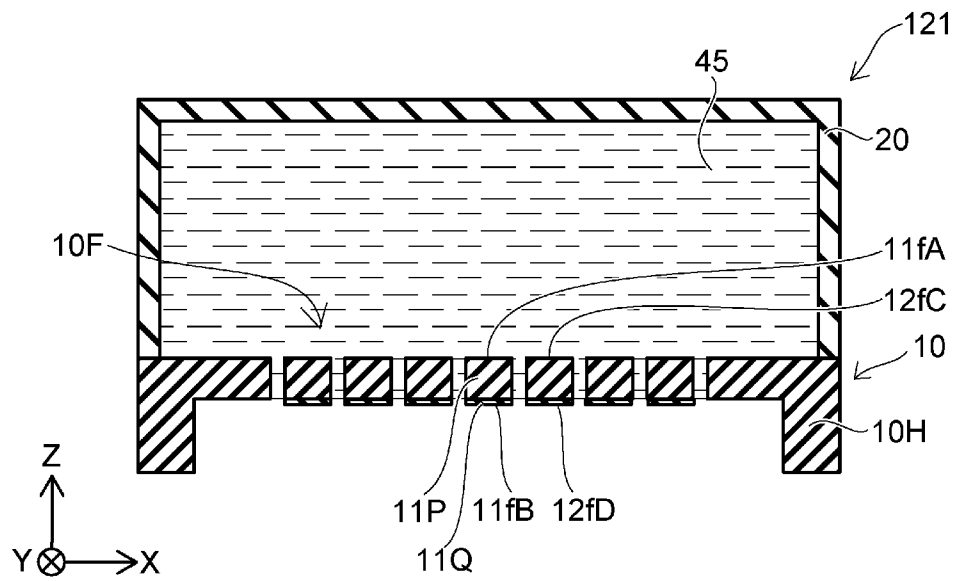
[図8]



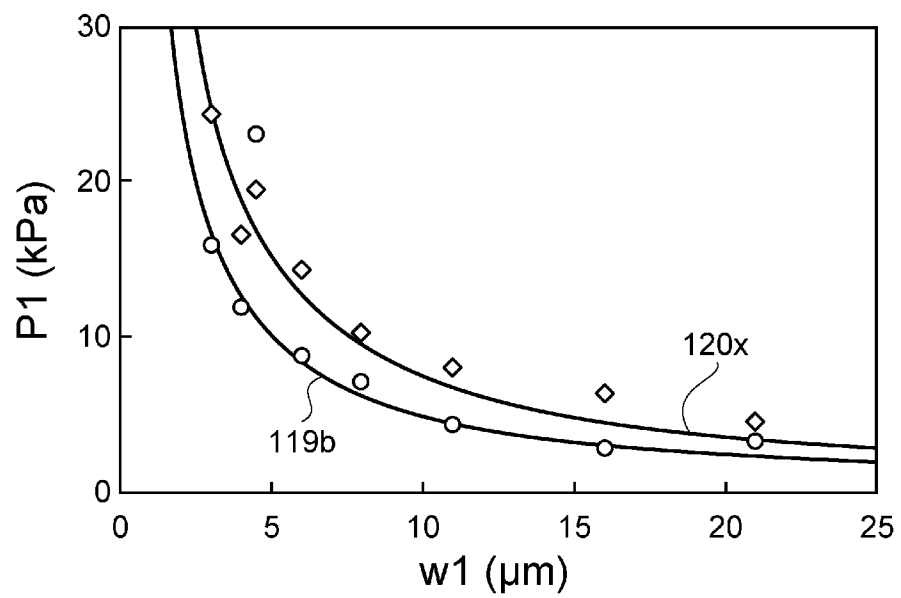
[図9]



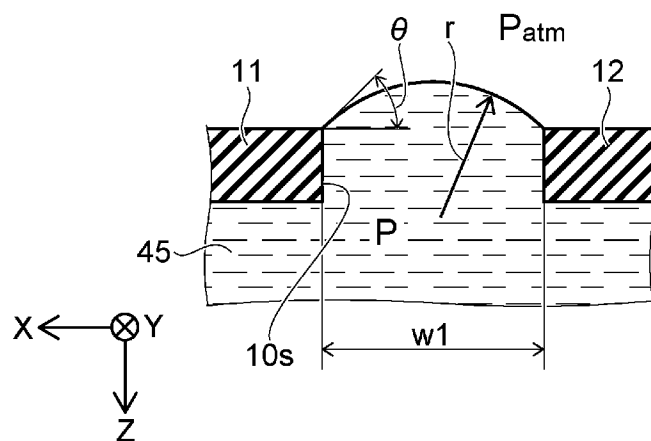
[図10]



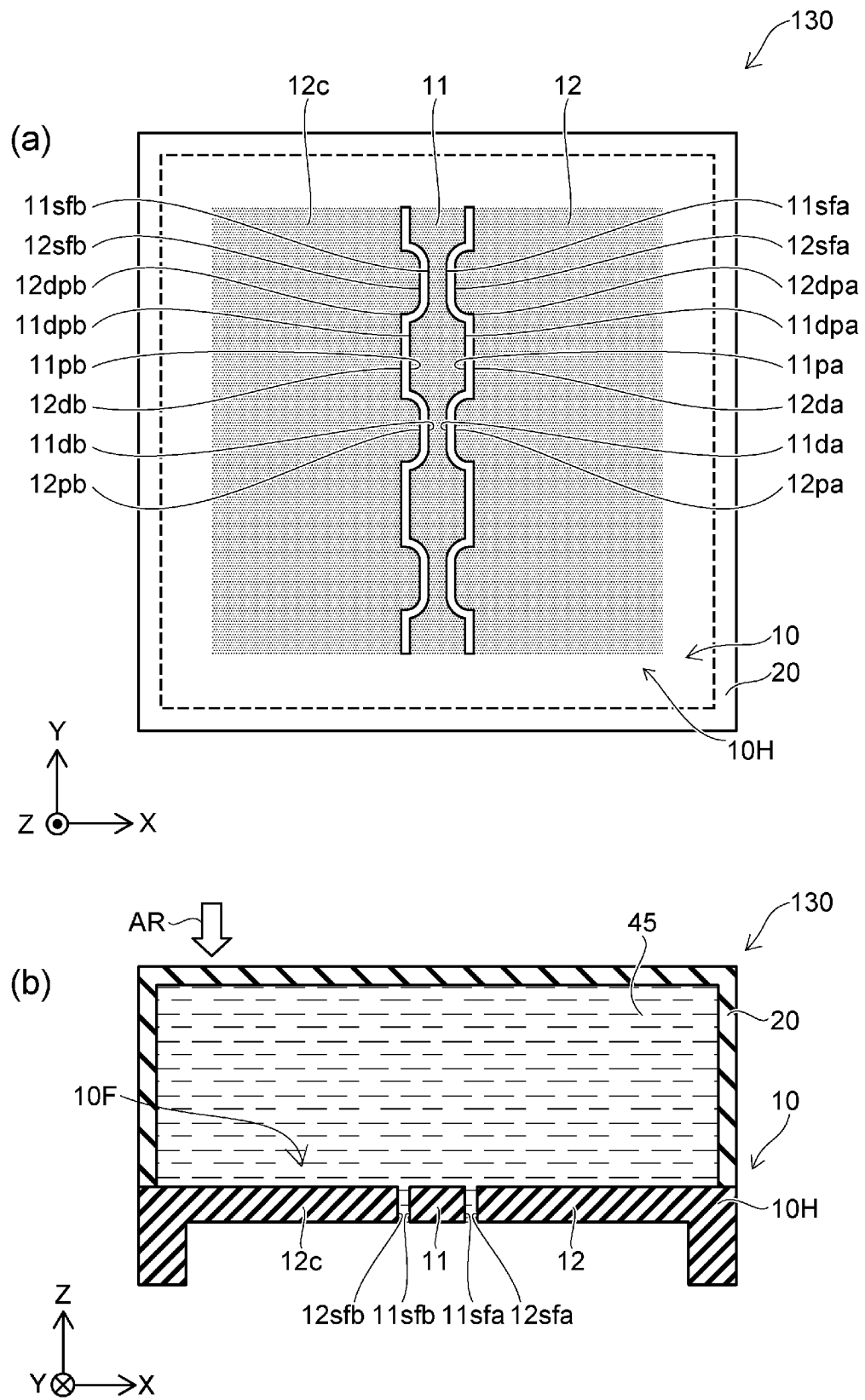
[図11]



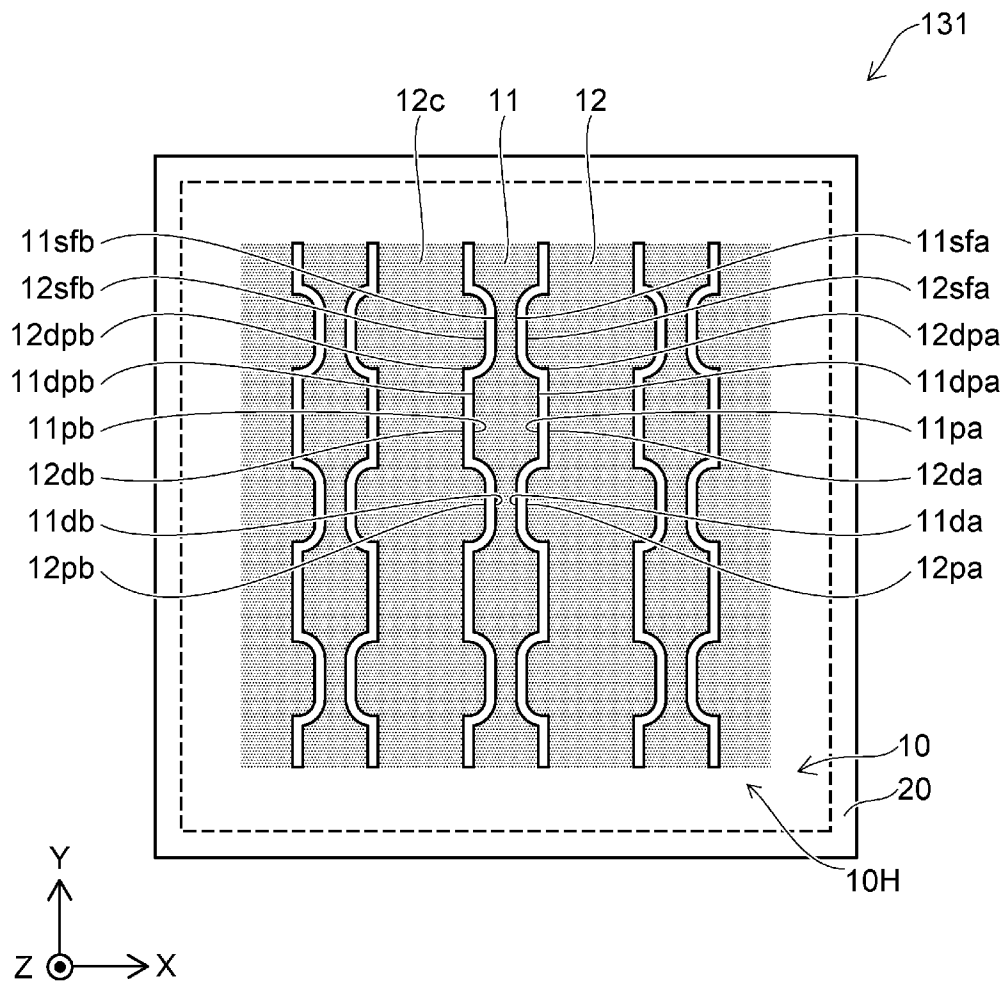
[図12]



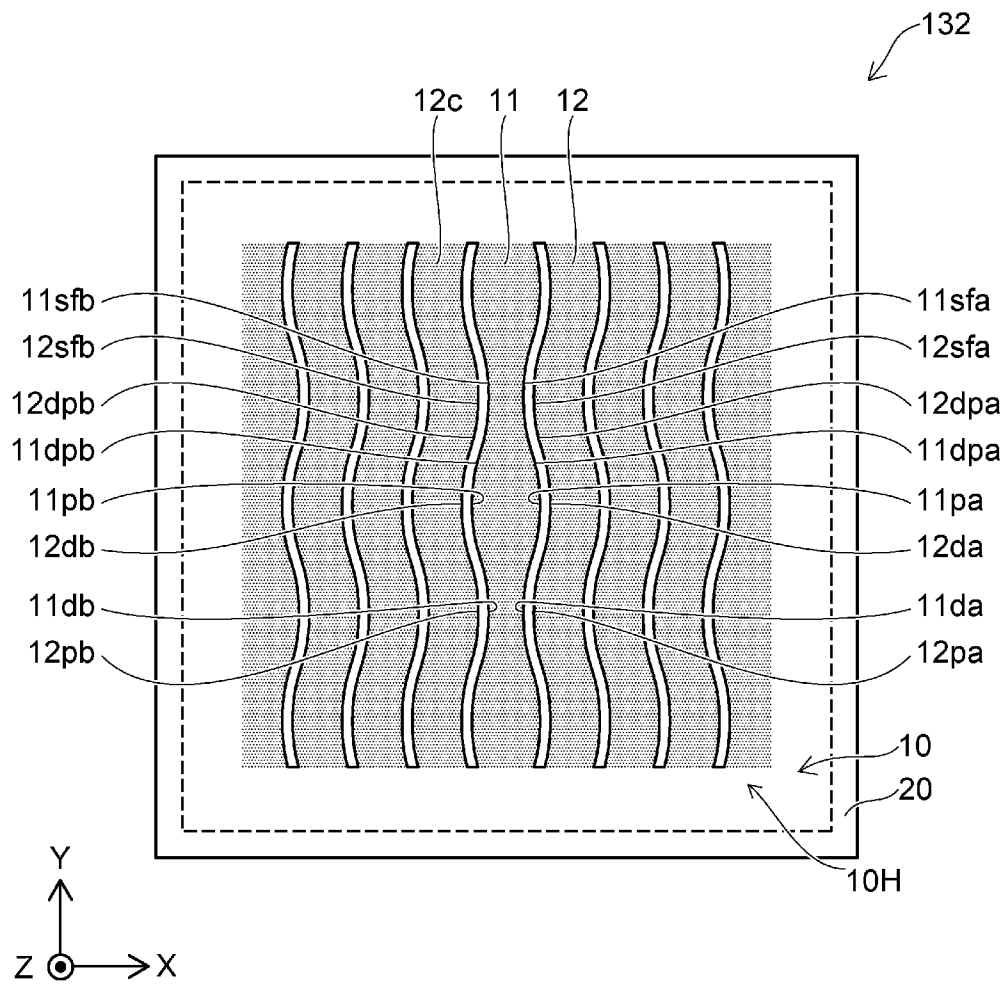
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/041843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04R17/00 (2006.01) i, G01H3/12 (2006.01) i, G01N29/24 (2006.01) i, H04R17/02 (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. H04R17/00, G01H3/12, G01N29/24, H04R17/02

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	WO 2015/111581 A1 (THE UNIVERSITY OF TOKYO, TOSHIBA CORPORATION) 30 July 2015, paragraphs [0008]-[0053], [0137], fig. 1-4, 29, 32, 33 & US 2016/0327523 A1, paragraphs [0060]-[0110], [0219]-[0221], fig. 1A-4, 29, 32, 33	1-4, 7-13, 20 5, 6, 14-19
X A	US 2007/0230721 A1 (WHITE et al.) 04 October 2007, paragraphs [0046]-[0077], [0178]-[0186], fig. 1-6B, 13A-14C (Family: none)	1, 2, 5, 6, 11-13, 20 3, 4, 7-10, 14-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21.01.2019	Date of mailing of the international search report 29.01.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, G01H3/12(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i, H04R17/02(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. H04R17/00, G01H3/12, G01N29/24, H04R17/02

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	WO 2015/111581 A1（国立大学法人 東京大学, 株式会社 東芝） 2015.07.30, 段落 [0008]-[0053], [0137], 図 1-4, 29, 32, 33 & US 2016/0327523 A1, 段落 [0060]-[0110], [0219]-[0221], 図 1A-4, 29, 32, 33	1-4, 7-13, 20 5, 6, 14-19
X A	US 2007/0230721 A1（WHITE et al.）2007.10.04, 段落 [0046]-[0077], [0178]-[0186], 図 1-6B, 13A-14C（ファミリーなし）	1, 2, 5, 6, 11-1 3, 20 3, 4, 7-10, 14- 19

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

21.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

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）

渡邊 正宏

5 Z

4 5 4 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3591