

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/189409 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 27/22 (2006.01) *A61B 5/113* (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01) *G01N 27/04* (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) *G01N 27/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/009263

(22) 国際出願日: 2023年3月10日(10.03.2023)

(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 2022-060776 2022年3月31日(31.03.2022) 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: 白木 宏(SHIRAKI, Hiroshi); 〒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). 錦
織 佑樹(NISHIKORI, Yuki); 〒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: 山尾 憲人, 外(YAMAO, Norihito et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番
1 号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース
青山特許事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(54) Title: POROUS MOISTURE-SENSITIVE MEMBER, HUMIDITY SENSOR, AND BREATHING DETECTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 多孔質感湿部材、湿度センサー、及び呼吸検知システム

(57) Abstract: The present invention makes it possible to provide a novel porous moisture-sensitive member for use in a humidity sensor, wherein the porous moisture-sensitive member contains a resin base material and an inorganic filler, the porous moisture-sensitive member includes surface holes and interior holes, the average pore size of the surface holes is 0.1 μm or more, and the porous moisture-sensitive member for use in a humidity sensor can be used to obtain a humidity sensor exhibiting suitable sensitivity and responsiveness. The present invention also makes it possible to provide a humidity sensor and a breathing detection system in which the porous moisture-sensitive member is used.

(57) 要約: 湿度センサー用の多孔質感湿部材であって、前記多孔質感湿部材が樹脂母材及び無機フィラーを含み、前記多孔質感湿部材が表面孔及び内部孔を含み、表面孔の平均孔径は0.1 μm 以上である、湿度センサー用の多孔質感湿部材を用いて、良好な感度及び応答性を示す湿度センサーに用いられる新規な感湿部材並びにそれを用いた湿度センサー及び呼吸検知システムを提供できる。

WO 2023/189409 A1

明 細 書

発明の名称：

多孔質感湿部材、湿度センサー、及び呼吸検知システム

技術分野

[0001] 本開示は多孔質感湿部材並びにそれを備えた湿度センサー及び呼吸検知システムに関する。

背景技術

[0002] 湿度センサーは、プリンター、エアコン、空気清浄機、電子レンジ、車載用途等、幅広い用途で用いられている。近年、IoT技術の進化により、位置や速度等の物理的な情報だけでなく、温度、湿度、ガス等の化学的な情報をモニタリングするというニーズが高まっている。

[0003] 特許文献1において、ポリテトラフルオロエチレン多孔質体の表面にフッ化カリウムからなる感湿部を備える湿度センサーは耐熱性に優れ、汚れも付着し難く、保守が簡単であり、電気抵抗も小さいという利点があることが開示されている。

[0004] 特許文献2において、ミリ波センサーを用いた呼吸検知の例が記載されており、洗面台に装着したセンシング部からミリ波を人の腹部に当てた際に呼吸による振動成分を解析することで呼吸の検出が可能であることが開示されている。

[0005] 特許文献3において、湿度センサーを用いて睡眠時無呼吸症候群の検知を行う方法が記載されており、湿度センサーを被検者の口腔部近辺（例えば口の周り、口と鼻の間）に設置して呼吸による湿度変化を測定することで、睡眠時の呼吸状態を検知することが可能であることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平1－129151号公報

特許文献2：特開2005－270570号公報

特許文献3：特開2005-270570号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1における湿度センサーは、フッ化カリウムにより所定面が表面処理された多孔質ポリテトラフルオロエチレンを用いるものであるが、その内部構造や、多孔質性について一切検討されていない。近年、IoT技術の進化に伴い、湿度センサーの用途が拡大しており、さらなる湿度センサーの性能の向上が求められており、特に、感度、応答性等の性能において、さらなる改善が求められている。従来、湿度センサーにおける感湿部材としてはポリマー材料が使われることが一般的であり、感湿部材において無機フィラーを添加することによるセンサー特性に及ぼす影響や感湿部材の多孔性が及ぼす影響についてはこれまで十分に検討されていない。
- [0008] 特許文献2におけるミリ波センサーを用いた呼吸検知は、呼吸による腹部の微小な振動成分を用いているため、被測定者が動いた場合や、何らかの理由で振動している場合にはこれらの振動がノイズ成分となって正確に呼吸を測定できない。さらに特許文献2については、呼吸数の測定は可能であったとしても呼吸の形状の測定は難しい。
- [0009] 特許文献3における湿度センサーを被検者の口腔部近辺（例えば口の周り、口と鼻の間）に設置することで呼吸を検知する方法では、センサーを口腔部周辺に設置する必要があるため、呼吸検知のためにわざわざセンサーを口腔部近辺に固定するための部材が必要になるという課題がある。また、センサーや固定するための部材を口腔部近辺に配置することの煩わしさも生じる。また、従来の湿度センサーでは、センサーの応答速度が遅いため呼吸数の測定が困難である。
- [0010] 本開示は、良好な感度及び応答性を示す湿度センサーに用いられる新規な感湿部材並びにそれを用いた湿度センサー及び呼吸検知システム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

[0011] 本開示の一態様は次のとおりである。

- (1) 湿度センサー用の多孔質感湿部材であって、
前記多孔質感湿部材が樹脂母材及び無機フィラーを含み、
前記多孔質感湿部材が表面孔及び内部孔を含み、表面孔の平均孔径は0.1 μm 以上である、
多孔質感湿部材。
- (2) 湿度センサーであって、
第一電極と、
第二電極と、
前記第一電極と前記第二電極との間に設けられる上記(1)の多孔質感湿部材と
を備える、湿度センサー。
- (3) 被験者の呼吸を検知する呼吸検知システムであって；
上記(2)の湿度センサーが球体領域内に配置され；
前記球体は、中心が前記被験者の呼気源であり、半径が100cm以下である、呼吸検知システム。

発明の効果

- [0012] 本開示における多孔質感湿部材を備える湿度センサーは良好な感度及び応答性を示す。
- [0013] 本開示における湿度センサーは良好な感度及び応答性を示し、呼吸検知に好適に用いることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本開示の一実施形態における、感湿膜（多孔質感湿部材）に含まれるNiフィラー量と、湿度センサーの感度（上図）又は応答性（下図）との相関を示す。
- [図2]本開示の一実施形態における、感湿膜の表面SEM像を示す。
- [図3]本開示の一実施形態における、感湿膜に使用したテトラグライムの量と湿度センサーの感度との相関を示す。

[図4]本開示の一実施形態における、感湿膜形成時に使用した界面活性剤の量と湿度センサーの感度との相関を示す。

[図5]本開示の一実施形態における、感湿膜の断面SEM像を示す。

[図6]本開示の一実施形態における、感湿膜の表面孔の平均孔径と湿度センサーの感度との相関を示す。

[図7]本開示の一実施形態における、感湿膜に含まれるCCTOフィラー量と多孔質感湿部材の誘電率との相関を示す。

[図8]本開示の一実施形態における、感湿膜に含まれるCCTOフィラー量と湿度センサーの感度との相関を示す。

[図9A]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データを示す。

[図9B]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データのフーリエ変換結果を示す。

[図10]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図11]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける湿度センサーの配置される領域（円錐A領域）の模式図を示す。

[図12]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図13]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図14]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図15]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける湿度センサーの配置される領域（円錐B領域）の模式図を示す。

[図16]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図17]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける湿度センサ

一の配置される領域（円錐C領域）の模式図を示す。

[図18]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図19]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図20]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データ及びフーリエ変換結果を示す。

[図21A]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データを示す。

[図21B]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データを示す。

[図21C]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データを示す。

[図22]本開示の一実施形態における、エアコンの風が直接当たるとき及びエアコンの風が直接当たらないときの温度及び湿度と時間の相関を示す。

[図23]本開示の一実施形態における、呼吸検知システムにおける測定データを示す。

発明を実施するための形態

[0015] 以下にて、必要により図面を参照しながら、本開示の一実施形態に係る多孔質感湿部材、湿度センサー等をより詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細な説明、あるいは実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

[0016] 出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面及び以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。なお、図面における各種の要素は、本開示の理解のために模式的かつ例示的に示したにすぎず、外観や寸法比等は

実物と異なり得る。

[0017] 本明細書において、多孔質感湿部材は単に感湿部材、湿度センサーは単に湿度センサーと省略することもある。

[0018] <多孔質感湿部材>

本開示における多孔質感湿部材は、湿度センサーに好適に用いられるものである。本明細書において「部材」とは湿度センサーを構成する物のことであって、「材料」、「部品」、「部分」、「構成」等と言い換えることができる。

[0019] 本開示における多孔質感湿部材は樹脂母材及び無機フィラーを含む。多孔質感湿部材はいわゆるコンポジット材料であり、多孔質の樹脂母材ネットワーク中において無機フィラーが分散して複合化された多孔質構造をとっている。本開示における多孔質感湿部材を湿度センサーの感湿部材に用いることで、感湿部材への水分子の出入りが起こり易くなるため、高速応答性（高速応答性及び／又は高速リカバリー性）が実現し得る。また、本開示における多孔質感湿部材を用いることで、水分子の吸着量が増加し、センサー感度も向上すると考えられる。

[0020] [多孔質感湿部材の形状等]

多孔質感湿部材の形状は使用される湿度センサーの構造にもよるが、通常、膜状又はシート状である。多孔質感湿部材の厚みは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $2.5\mu\text{m}$ 以上、 $5\mu\text{m}$ 以上、又は $10\mu\text{m}$ 以上であってよく、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以上である。多孔質感湿部材の厚みは、 $1000\mu\text{m}$ 以下、 $500\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以下、 $50\mu\text{m}$ 以下、 $10\mu\text{m}$ 以下、又は $5\mu\text{m}$ 以下であってよく、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下である。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。

[0021] [多孔性]

本開示における多孔質感湿部材は多数の孔（空隙）を含んでいる。多孔質感湿部材の全体に孔が分布することが好ましく、多孔質感湿部材は表面孔のみならず、内部孔を含むことが好ましい。「表面孔」とは多孔質感湿部材の

表面において多孔質感湿部材の外部に対して開いている孔のことをいう。「内部孔」は多孔質感湿部材の内部に存在し、多孔質感湿部材外部に対して開いていない孔のことをいう。内部孔は水平方向に扁平状であってよい。また、内部孔は隣接する孔と連通していてもよい（なお、表面孔に直接又は間接的に連通している孔であっても、多孔質感湿部材外部に対して直接的に開いていない限り、内部孔である。）。多孔質であることにより、感湿部材に多くの水分子が吸着し易くなり、湿度変化による感湿部材の物性の変化が大きくなり、感度が向上し得る。表面孔及び内部孔を含むことにより、湿度センサーの感度又は応答性が向上され得る。

[0022] （表面孔の平均孔径）

表面孔の平均孔径は $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $3\ \mu\text{m}$ 以上、又は $5\ \mu\text{m}$ 以上であってよく、好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上である。表面孔の平均孔径は $50\ \mu\text{m}$ 以下、 $25\ \mu\text{m}$ 以下、 $10\ \mu\text{m}$ 以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下、 $1.2\ \mu\text{m}$ 以下、 $0.6\ \mu\text{m}$ 以下、又は $0.2\ \mu\text{m}$ 以下であってよい。表面孔の平均孔径は、基材への密着性の観点から多孔質感湿部材の厚みの $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下、 $1/4$ 以下、又は $1/5$ 以下であってもよい。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。孔径が大きいことにより水分子の出入りがし易くなるために応答性が向上すると共に、気孔表面で水分子が多層吸着できるために感度が向上し得る。表面孔の平均孔径は顕微鏡観察により求めることができる。顕微鏡で多孔質感湿部材の表面を観察し、観察される各表面孔の最長径を当該各表面孔の孔径とみなすことができる。視野内に存在する全ての表面孔の孔径を測定し、視野を移動して再度孔径を測定することを繰り返し、 100 個以上についての平均値を表面孔の平均孔径とする。

[0023] （表面孔の密度）

孔径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上（当該孔径は、多孔質感湿部材の厚みの $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下、 $1/4$ 以下、又は $1/5$ 以下、若しくは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下、又は $1\ \mu\text{m}$ 以下であってよく、特に $10\ \mu\text{m}$ 以下

又は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である)の表面孔の密度は、 $1\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $5\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $10\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $50\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $100\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $250\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、 $500\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、又は $750\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上であってよく、好ましくは $50\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上、より好ましくは $250\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上である。

孔径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上(当該孔径は、多孔質感湿部材の厚みの $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下、 $1/4$ 以下、又は $1/5$ 以下、若しくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下、又は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってよく、特に $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下又は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である)の表面孔の密度は、 $2500\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下、 $10000\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下、 $500\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下、 $250\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下、又は $100\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下であってよい。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。孔径が大きいことにより水分子の出入りがし易くなるために応答性が向上すると共に、孔表面で水分子が多層吸着できるために感度が向上し得る。表面孔の密度は、少なくとも視野 $100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上の多孔質感湿部材の表面の顕微鏡画像から表面孔の密度を測定することにより求めることができる。

[0024] (孔断面)

多孔質感湿部材の任意の断面において孔断面が存在することが好ましい。断面は厚み方向断面(鉛直方向断面)であってよい。存在する孔断面の断面径は、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $4\text{ }\mu\text{m}$ 以上、又は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってよく、好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。存在する孔断面の径は多孔質感湿部材の厚みの $2/3$ 以下、 $1/2$ 以下、若しくは、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $7.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下、又は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってよく、好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。孔径が大きいことにより水分子の出入りがし易くなるために応答性が向上すると共に、気孔表面で水分子が多層吸着できるために感度が向上し得る。多孔質感湿部材の断面における孔断面の断面径は顕微鏡観察により求めることがで

きる。顕微鏡で孔断面を観察し、観察される各孔断面の最長径を各孔断面の断面径とみなすことができる。断面観察の方法としては、エポキシ樹脂中に多孔質感湿部材を垂直に埋め込み、その埋め込み面を機械研磨した後に、SEM（走査型電子顕微鏡）で観察する方法や、FIB（集束イオンビーム）装置を用いて、多孔質感湿部材の断面が見えるように観察用試料を切り出し断面をSEM（走査型電子顕微鏡）で観察する方法等が挙げられる。

[0025]（孔断面の密度）

多孔質感湿部材の任意の断面において、断面径 $1\ \mu\text{m}$ 以上（当該断面径は、多孔質感湿部材の厚みの $2/3$ 以下、 $1/2$ 以下、若しくは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下、又は $1\ \mu\text{m}$ 以下であってよく、特に $10\ \mu\text{m}$ 以下ある）の孔断面の密度は、 $10\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、 $20\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、 $30\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、 $40\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、 $50\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、 $60\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上、又は $70\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上であってよく、 $50\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ であることが好ましい。多孔質感湿部材の断面において、断面径 $1\ \mu\text{m}$ 以上（当該断面径は、多孔質感湿部材の厚みの $2/3$ 以下、 $1/2$ 以下、若しくは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下、又は $1\ \mu\text{m}$ 以下であってよく、特に $10\ \mu\text{m}$ 以下ある）の孔断面の密度は、 $100\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以下、 $90\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以下、 $80\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以下、又は $70\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以下であってよい。断面は厚み方向断面（鉛直方向断面）であってよい。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。孔径が大きいことにより水分子の出入りがし易くなるために応答性が向上すると共に、気孔表面で水分子が多層吸着できるために感度が向上し得る。孔断面の密度は、少なくとも視野 $100\ \mu\text{m}^2$ 以上の多孔質感湿部材の断面から孔断面の密度を測定することにより求めることができる。

[0026]（比表面積）

多孔質感湿部材の比表面積は $0.1\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、 $0.5\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、 $1\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、 $2\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、 $3\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、 $5\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、又は 7.5

m^2/g 以上であってよい。多孔質感湿部材の比表面積は $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、 $20\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、 $10\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、 $5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、 $2\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は $1.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であってよく、好ましくは $2\text{ m}^2/\text{g}$ 以下である。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。比表面積は BET 法により求めることができる。

[0027] (気孔率)

多孔質感湿部材の気孔率は、5 体積%以上、10 体積%以上、20 体積%以上、30 体積%以上、40 体積%以上、又は50 体積%以上、60 体積%以上、70 体積%以上、80 体積%以上、又は90 体積%以上であってよく、好ましくは10 体積%以上又は30 体積%以上、より好ましくは60 体積%以上である。多孔質感湿部材の気孔率は、99 体積%以下、90 体積%以下、80 体積%以下、70 体積%以下、60 体積%以下、50 体積%以下、40 体積%以下、又は30 体積%以下であってよく、好ましくは90 体積%以下である。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。気孔率が大きいことにより水分子の出入りがし易くなるために湿度センサーの応答性が向上すると共に、気孔表面で水分子が多層吸着できるように感度が向上し得る。気孔率は多孔質感湿部材の全体積に占める気孔の体積の割合で定義され、気孔率は光学的方法、水蒸発法、SEM画像観察、アルキメデス法等により求めることができる。

[0028] [比誘電率]

多孔質感湿部材の比誘電率は、1.2 以上、1.4 以上、1.6 以上、1.8 以上、2.0 以上、2.2 以上、2.4 以上、2.7 以上、3.0 以上、又は3.3 以上であってよく、高いほど好ましい。多孔質感湿部材の比誘電率は、100 以下、80 以下、60 以下、40 以下、20 以下、10 以下、7.5 以下、又は5.0 以下であってよい。上記範囲にあることが湿度センサーの感度又は応答性の観点から好適である。多孔質感湿部材の比誘電率が高くなることで水分子をより多く吸着することが出来、湿度変化による感湿部材の物性変化が大きくなることにより、感度が向上し得ると考えられる

。

[0029] [樹脂母材]

樹脂母材は、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、又はこれらの組み合わせであってよい。樹脂母材は、ホモポリマー、星形ブロック共重合体、グラフト共重合体、交互ブロック共重合体、ランダム共重合体のような共重合体、イオノマー、デンドリマー等であってよい。樹脂母材の例としては、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリウレタン、ポリエーテル、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアクリル、ポリオレフィン、ポリビニルアルコール、ポリハロゲン化ビニル、ポリシロキサン、変性セルロース等が挙げられ、具体例としては、芳香族ポリイミド、芳香族ポリアミドイミド、芳香族ポリアミド、芳香族ポリエーテル、ポリエチレンテレフタレート、酢酸酪酸セルロース（CAB）、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、クロトン酸ビニル等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、又は二以上を併用してもよい。

[0030] 樹脂母材は、多孔質感湿部材の水分子との相互作用を高め湿度センサーの感度及び応答性を向上する観点から、吸湿性が高いものであってもよく、例えば繰り返し単位にアミド基、イミド基、アミノ基、カルボキシ基、ヒドロキシ基、リン酸基、スルホン酸基、ニトリル基等の高極性基、特に水素結合性を形成し得る基を含んでいる樹脂、特にアミド基又はイミド基を含む樹脂であってよい。

[0031] (樹脂母材の量)

樹脂母材の量は、多孔質感湿部材に対して、10重量%以上、20重量%以上、30重量%以上、40重量%以上、50重量%以上、60重量%以上、又は70重量%以上であってよく、50重量%以上が好ましい。樹脂母材の量は、多孔質感湿部材に対して、99重量%以下、90重量%以下、80重量%以下、70重量%以下、60重量%以下、50重量%以下、40重量%以下、又は30重量%以下であってよい。

[0032] 樹脂母材の量は、多孔質感湿部材に対して、5体積%以上、10体積%以

上、15体積%以上、20体積%以上、25体積%以上、30体積%以上、又は50体積%以上であってよく、20体積%以上が好ましい。樹脂母材の量は、多孔質感湿部材に対して、75体積%以下、60体積%以下、50体積%以下、40体積%以下、30体積%以下、20体積%以下、又は10体積%以下であってよい。

[0033] [無機フィラー]

無機フィラーは、粒子状（球状、フレーク状、板状等）であってよい。無機フィラーの平均粒径は50nm以上、100nm以上、300nm以上、500nm以上、又は1000nm以上であってよい。無機フィラーの平均粒径は10000nm以下、5000nm以下、3000nm以下、1000nm以下、又は500nm以下であってよい。無機フィラーの平均粒径は顕微鏡観察により求めることができる。顕微鏡で無機フィラーを観察し、観察される無機フィラーの最長径を当該各無機フィラーの粒径とみなすことができる。視野内に存在する全ての無機フィラーの粒径を測定し、視野を移動して再度粒径を測定することを繰り返し、その平均値を無機フィラー粒子の平均粒径とする。

[0034] 無機フィラーの例としては、セラミック系フィラー、金属系フィラー等が挙げられる。セラミック系フィラーの例としては、シリカ、アルミナ、マイカ、タルク、チタニア、チタン酸塩（チタン酸カリウム、チタン酸バリウム、チタン酸ビスマス、チタン酸マグネシウム等）、ジルコニア、ジルコン酸塩、酸化亜鉛、酸化鉄、フェライト等の酸化物系フィラー；水酸化アルミニウム、ヒドロキシアパタイト等の水酸化物系フィラー；炭化ケイ素、炭化アルミニウム、炭化カルシウム等の炭化物系フィラー；窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の窒化物系フィラー；炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム等の炭酸塩系フィラー；硫酸バリウム、硫酸アルミニウム等の硫酸塩系フィラー；リン酸カルシウム、リン酸アルミニウム等のリン酸塩系フィラー；フッ化アルミニウム、フッ化カーボン、蛍石等のハロゲン化物系フィラー；カーボンブラック、グラファイト、グラフェン、カーボンナノチューブ等のカーボ

ン系フィラー等が挙げられる。金属系フィラーの例としては、アルミニウム、銀、銅、鉄、ニッケル、亜鉛、ステンレス、真鍮、これらを含む合金等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、又は二以上を併用してもよい。

[0035] 無機フィラーは強誘電体のような双極子モーメントを持つ材料又は酸素欠損を持つ材料であってもよい。無機フィラーは高誘電材料を含んでよい。高誘電材料の25℃及び1kHzにおける比誘電率は、5以上、10以上、100以上、500以上、又は1000以上であってよい。そのような無機フィラーとしては、チタン酸バリウム(BaTiO_3)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、チタン酸ストロンチウムバリウム、ストロンチウムドープトマンガン酸ランタン、酸化アルミニウムランタン(LaAlO_3)、酸化銅ストロンチウムランタン(LSCO)、酸化銅バリウムイットリウム($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$)、チタン酸ジルコニウム鉛、ランタン改質チタン酸ジルコニウム鉛、ニオブ酸マグネシウム鉛-チタン酸鉛、カルシウム-銅-チタン酸化物(CCTO)等が挙げられる。無機フィラーはペロブスカイト構造を有する材料を含んでいてよい。ペロブスカイト構造とは、理想的には立方晶系の単位格子を有し、立方晶の各頂点に配置される金属A、体心に配置される金属B、立方晶の各面心に配置される酸素Oとから構成される ABO_3 型の結晶構造である。ペロブスカイト構造には、立方晶が歪んだ正方晶、斜方晶、菱面体晶等も含まれるものとする。無機フィラーは表面処理剤(例えば、シランカップリング剤)等により表面改質されていてもよい。無機フィラーは単独で用いてもよいし、又は二以上を併用してもよい。

[0036] (無機フィラーの量)

無機フィラーの量は、多孔質感湿部材に対して、1重量%以上、10重量%以上、20重量%以上、30重量%以上、40重量%以上、50重量%以上、60重量%以上、70重量%以上、80重量%以上、又は90重量%以上であってよく、湿度センサーの感度又は応答性の観点から、好ましくは30重量%以上、より好ましくは50重量%以上、特に70重量%以上である。

無機フィラーの量は、多孔質感湿部材に対して、99重量%以下、90重量%以下、80重量%以下、70重量%以下、60重量%以下、50重量%以下、40重量%以下、又は30重量%以下であってよい。

[0037] 無機フィラーの量は、樹脂母材に対して、1重量%以上、10重量%以上、20重量%以上、30重量%以上、40重量%以上、50重量%以上、60重量%以上、70重量%以上、80重量%以上、又は90重量%以上であってよく、湿度センサーの感度又は応答性の観点から、好ましくは30重量%以上、より好ましくは50重量%以上、特に70重量%以上である。無機フィラーの量は、樹脂母材に対して、99重量%以下、90重量%以下、80重量%以下、70重量%以下、60重量%以下、50重量%以下、40重量%以下、又は30重量%以下であってよい。

[0038] 無機フィラーの量は、樹脂母材に対して、1体積%以上、10体積%以上、20体積%以上、30体積%以上、40体積%以上、又は50体積%以上であってよく、湿度センサーの感度又は応答性の観点から、好ましくは10体積%以上、30体積%以上、又は50体積%以上である。無機フィラーの量は、樹脂母材に対して、99体積%以下、90体積%以下、80体積%以下、70体積%以下、60体積%以下、50体積%以下、40体積%以下、又は30体積%以下であってよい。

[0039] [界面活性剤]

多孔質感湿部材は界面活性剤を含んでよい。界面活性剤を含むことにより、孔サイズや孔密度を調整することができる。界面活性剤の例としては、アニオン性、カチオン性、両性、及び非イオン性界面活性剤等が挙げられる。界面活性剤はフッ素系界面活性剤を含んでいてもよい。フッ素系界面活性剤を含むことにより、撥水性、撥油性、防汚性等を付与し、湿度センサーの良好な感度及び応答性をもたらし得る。また、疎水性イオン性界面活性剤を用いることで、より大きなサイズの孔を形成し得る。界面活性剤は単独で用いてもよいし、又は二以上を併用してもよい。

[0040] (界面活性剤の量)

界面活性剤の量は、多孔質感湿部材に対して、0.1重量%以上、0.5重量%以上、1重量%以上、2重量%以上、3重量%以上、4重量%以上、又は5重量%以上であってよく、好ましくは1重量%以上である。界面活性剤の量は、多孔質感湿部材に対して、25重量%以下、20重量%以下、15重量%以下、10重量%以下、又は7.5重量%以下であってよい。

[0041] 界面活性剤の量は、無機フィラーに対して、0.1重量%以上、0.5重量%以上、1重量%以上、2重量%以上、3重量%以上、4重量%以上、又は5重量%以上であってよく、好ましくは1重量%以上である。界面活性剤の量は、無機フィラーに対して、25重量%以下、20重量%以下、15重量%以下、10重量%以下、又は7.5重量%以下であってよい。

[0042] [シランカップリング剤]

本開示における多孔質感湿部材はシランカップリング剤を含む又はシランカップリング剤により処理されていてよい。多孔質感湿部材がシランカップリング剤を含む又はシランカップリング剤により処理されことにより、樹脂母材と無機フィラーとの接着性が向上し、湿度センサーの良好な感度及び応答性をもたらし得る。

[0043] シランカップリング剤の種類は特に限定されないが、例えば、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリス（2-メトキシエトキシ）シラン、アリルトリクロロシラン、アリルトリメトキシシラン、アリルトリエトキシシラン、ジエトキシメチルビニルシラン、トリクロロビニルシラン、トリエトキシビニルシラン等のビニル系シランカップリング剤；2-（3，4-エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン等のエポキシ系シランカップリング剤；メタクリロキシメチルトリメトキシシラン、メタクリロキシメチルトリエトキシシラン、メタクリロキシメチルメチルジメトキシシラン、メタクリロキシメチルジメチルメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルメ

チルジメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルジメチルメトキシシラン等のメタクリル系シランカップリング剤；アクリロキシメチルトリメトキシシラン、アクリロキシメチルトリエトキシシラン、アクリロキシメチルメチルジメトキシシラン、アクリロキシメチルジメチルメトキシシラン、 γ -アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -アクリロキシプロピルトリエトキシシラン、 γ -アクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -アクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -アクリロキシプロピルジメチルメトキシシラン等のアクリル系シランカップリング剤；3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-(2-アミノエチル)-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-(2-アミノエチル)-3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、3-(N-フェニル)アミノプロピルトリメトキシシラン等のアミノ系シランカップリング剤；3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリエトキシシラン等のメルカプト系シランカップリング剤；3-クロロプロピルトリメトキシシラン、3-クロロプロピルトリエトキシシラン等のハロアルキル系シランカップリング剤；ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)ジスルフィド(略称TESPD)、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)テトラスルフィド等のスルフィド系シランカップリング剤等が挙げられる。

[0044] (シランカップリング剤の量)

シランカップリング剤の量は、多孔質感湿部材に対して、0.1重量%以上、0.5重量%以上、1重量%以上、2重量%以上、3重量%以上、4重量%以上、又は5重量%以上であってよく、好ましくは1重量%以上である。シランカップリング剤の量は、多孔質感湿部材に対して、25重量%以下、20重量%以下、15重量%以下、10重量%以下、又は7.5重量%以下であってよい。

[0045] シランカップリング剤の量は、無機フィラーに対して、0.1重量%以上、0.5重量%以上、1重量%以上、2重量%以上、3重量%以上、4重量

%以上、又は5重量%以上であってよく、好ましくは1重量%以上である。シランカップリング剤の量は、無機フィラーに対して、25重量%以下、20重量%以下、15重量%以下、10重量%以下、又は7.5重量%以下であってよい。

[0046] [その他成分]

多孔質感湿部材は、その他成分が添加されていてもよい。その他成分の例としては、例えば、可塑剤、滑剤、着色剤（顔料、染料等）、紫外線吸収剤、酸化防止剤、老化防止剤、発泡剤、脱泡剤、補強剤、難燃剤、帯電防止剤、界面活性剤、表面処理剤、撥水剤、撥油剤、防汚剤等が挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、又は二以上を併用してもよい。

[0047] (その他成分の量)

その他成分の量は、本開示の効果を損なわない範囲で適宜選択できる。各その他成分の量は、多孔質感湿部材に対して、0.1重量%以上、0.3重量%以上、0.5重量%以上、0.7重量%以上、又は1重量%以上であってよい。その他成分の量は、多孔質感湿部材に対して、10重量%以下、7.5重量%以下、5重量%以下、3重量%以下、2重量%以下、又は1重量%以下であってよい。

[0048] [多孔質感湿部材の製造方法]

多孔質感湿部材の製造方法は、分散液作製工程、及び塗布乾燥工程を含んでいてよい。分散液を作製工程においては、樹脂母材及び無機フィラー、必要によりその他成分を溶剤に分散して分散液を得る。塗布乾燥工程において、得られた分散液を基材（例えば基板、電極）に塗布し、さらに乾燥させることによって多孔質感湿部材を得ることができる。より積極的に発泡させたい時には分散液の成分として発泡剤を使用してもよい。

[0049] 分散液の溶剤は、樹脂を溶解可能な溶媒を使用することが可能であるが、良好な孔密度の多孔質感湿部材を得る観点から、エーテル系溶媒、特にグリコールエーテル系溶媒を含んでいることが好ましい。エーテル系溶媒の量は、溶剤の10重量%以上、30重量%以上、50重量%以上、又は60重量

%以上であってよく、好ましくは30重量%以上である。エーテル系溶媒の量は、溶剤の70重量%以下、60重量%以下、50重量%以下、又は40重量%以下、30重量%以下、又は20重量%以下であってよい。

[0050] <湿度センサー>

本開示はさらに、湿度センサーを提供する。本開示における湿度センサーは、

第一電極と、

第二電極と、

前記第一電極と前記第二電極との間に設けられる多孔質感湿部材とを備え得る。

[0051] 湿度センサーは、多孔質感湿部材が水分を吸着することで物性が変化することで、周囲環境の大気に含まれる水分量(すなわち湿度)に依存して第一電極及び第二電極間の電気特性が変化する原理によって、湿度センサーとして機能する。特に本開示における多孔質感湿部材は水の吸着・脱着性に優れるため、本開示における湿度センサーは感度、応答性に優れる。

[0052] 本開示における湿度センサーは、抵抗変化型又は静電容量変化型であってもよい。抵抗変化型湿度センサーは、湿度変化による感湿部材の抵抗変化を測定するものであり、静電容量変化型湿度センサーは湿度変化による感湿部材の容量変化を測定するものである。本開示における湿度センサーは、感度、応答性等の性能等の観点から、特に静電容量変化型湿度センサーとして好適である。

[0053] 湿度センサーは、基板を備え、基板上に第一電極が形成されることにより、第一電極と多孔質感湿部材とが接している。この場合、多孔質感湿部材は、基板と、基板の上に形成された第一電極と、第一電極の上に形成された多孔質感湿部材と、多孔質感湿部材の上に形成された第二電極とを備えてよい。

[0054] 他の態様として、湿度センサーは基板と、基板の上に形成された第一電極及び第二電極と、第一電極及び第二電極との間に設けられた多孔質感湿部材

とを有してもよい。さらに他の態様として、湿度センサーは基板と、基板の上に形成された多孔質感湿部材と、多孔質感湿部材上に形成された第一電極及び第二電極とを有してもよい。

[0055] 第一電極、第二電極の一方若しくは両方が楕型電極であってもよい。第一電極及び第二電極を楕型電極として互いに噛み合うように対向させて配置してもよい。例えば、楕型電極を用いる場合において、湿度センサーは、基板と、基板の上に形成された第一電極及び第二電極と、第一電極及び第二電極との間に設けられた多孔質部材とを有してもよい。

[0056] 第一電極は、蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、スクリーン印刷等により形成されてよい。多孔質感湿部材は塗布、スクリーン印刷等により形成されてよい。第二電極は蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、スクリーン印刷等により形成されてよい。

[0057] 以上、実施形態を説明したが、特許請求の範囲の趣旨及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。

[0058] <呼吸検知システム>

本開示はさらに呼吸検知システムを提供する。呼吸検知システムとはセンサーを用いて被験者の呼吸を検知するシステムのことをいい、本開示における呼吸検知システムは湿度センサーを用いる。湿度センサーとしては、上述した本開示における湿度センサーを用いることが好ましい。

[0059] 本開示における呼吸検知システムは、湿度センサーを用いるため、振動の影響を受け難く、ミリ波センサーやカメラを含むセンサーのような振動の影響を受けやすいセンサーと比較して、有利である。さらに本開示における多孔質感湿部材を含む湿度センサーは良好な感度及び応答速度を示すため、本開示における多孔質感湿部材を含む湿度センサーを用いる呼吸検知システムは、風の影響を受け難く、空調設備のある空間でも良好に用いることが可能である。

[0060] 本開示における呼吸検知システムの呼吸検知結果から得られる直接の測定データは時間変数の関数であるが、フーリエ変換を用いることで、周波数変

数の関数に変換することができ、そのピークの周波数から呼吸数を特定することができる。フーリエ変換の手法は当業者によく知られた手法であり、その条件は当業者であれば適宜決定できる。例えば、サンプリング間隔は50 ms、サンプル数1024である。

[0061] 本開示において呼気源とは被験者の口又は鼻孔である。

[0062] 本開示において直接的または間接的に用いる「正面方向」、「背面方向」、「左右方向」、「上下方向」等は、被験者基準の方向とする。よって、通常、正面方向は被験者にとって、進行方向又は視線方向である。ある態様においては、鉛直上方向が「上方向」に相当し、その逆向きが「下方向」に相当し得る。

[0063] [湿度センサー]

本開示における呼吸検知システムは上記で説明した多孔質感湿部材を用いる湿度センサーを用いることが好適である。

[0064] 本開示における呼吸検知システムにおいて用いられる湿度センサーの応答時間とリカバリー時間との合計は0秒以上、0.1秒以上、0.5秒以上、又は1秒以上であってよい。本開示における呼吸検知システムにおいて用いられる湿度センサーの応答時間とリカバリー時間との合計は25秒以下、20秒以下、15秒以下、10秒以下、8秒以下、5秒以下、3秒以下、又は2秒以下であってよく、好ましくは10秒以下、より好ましくは5秒以下である。より、応答時間とリカバリー時間との合計が短い（より応答性が高い）方がより正確に呼吸を測定し得る。応答時間及びリカバリー時間の測定方法は実施例に記載のとおりである。

[0065] 本開示における呼吸検知システムにおいて用いられる湿度センサーの感度は10以上、20以上、30以上、50以上、100以上、200以上、300以上、又は500以上であってよく、好ましくは30以上である。本開示における呼吸検知システムにおいて用いられる湿度センサーの感度は3000以下、2000以下、1000以下、500以下、又は250以下であってよい。感度の測定方法は実施例に記載のとおりである。

[0066] [湿度センサー設置領域]

本開示における呼吸検知システムにおいて、好適に呼吸を検知するために湿度センサーが特定の領域に配置される。なお、湿度センサーが配置される領域とは、各湿度センサーの一部又は全部が配置される領域のことを意味してよく、例えば湿度センサーの重心が配置される領域のことを意味してよい。

[0067] センサーが設置される箇所の例としては、車のハンドル、シートベルト、ネックレス、ペットの首輪やハーネス、パソコン、キーボード、マウス、テレビ、ゲームのコントローラー、腕時計、スマートウォッチ、携帯電話、スマートフォン、胸、腕、首、腹、腰、ベッド、枕等が挙げられる。設置箇所として腕時計のような被験者に対する位置が必ずしも固定されない箇所を選択してもよい。被験者が湿度センサーに対して積極的に息を吹きかけて呼吸を測定してもよい。

[0068] (球体領域)

湿度センサーが配置される領域は、球体領域内であってよい。ここで、球体は被験者の呼気源を中心とする。

[0069] 球体の半径は0 cm以上、3 cm以上、5 cm以上、10 cm以上、15 cm以上、20 cm以上、25 cm以上、又は25 m以上であってよい。球体の半径は150 cm以下、140 cm以下、120 cm以下、100 cm以下、80 cm以下、70 cm以下、60 cm以下、40 cm以下、又は20 cm以下であってよく、好ましくは100 cm以下、特に70 cm以下である。上記範囲にある半径を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0070] 湿度センサーが配置される領域は、前記球体の背面上側の1/4球体領域を除く領域であってよい。すなわち、湿度センサーが配置される領域は、前記球体における正面上側、正面下側、又は背面下側であってよい。湿度センサーが配置される領域として上記を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0071] 球体領域内に設置された湿度センサーと呼気源との直線距離は0 cm以上、3 cm以上、5 cm以上、7 cm以上、10 cm以上、又は15 cm以上、又は20 cm以上であってよく、特定の呼気源を選択的に検知する観点から、好ましくは5 cm以上又は10 cm以上である。

[0072] (円錐A領域)

湿度センサーが配置される領域は、円錐A領域であってよい。円錐Aは、頂点を被験者の呼気源として、回転軸を呼気源から被験者の正面方向へと延びる直線として有する。図11は呼吸検知システムにおける円錐A領域の模式図を示す。図11における円錐6領域内、好ましくは着色された円錐台領域内が、湿度センサーが配置される領域となり得る。ここで、円錐6の頂部に位置する着色されていない円錐の高さが湿度センサーと呼気源との最小直線距離となり得る。

[0073] 円錐Aを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は0°以上、3°以上、5°以上、8°以上、又は10°以上であってよい。円錐Aを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は90°以下、60°以下、40°以下、35°以下、30°以下、25°以下、20°以下、又は15°以下であってよく、好ましくは40°以下である。円錐角度として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0074] 円錐Aにおいて、底面中心から頂点からまでの直線長さで定義される円錐高さは150 cm以下、120 cm以下、100 cm以下、90 cm以下、70 cm以下、50 cm以下、30 cm以下、又は20 cm以下であってよく、好ましくは100 cm以下、特に70 cm以下である。円錐高さとして上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0075] 円錐A領域内に配置された湿度センサーと呼気源との直線距離は0 cm以上、3 cm以上、5 cm以上、7 cm以上、又は10 cm以上であってよく、好ましくは5 cm以上である。直線距離として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。円錐A領域内に湿度センサーを配置

する場合、湿度センサーと呼気源との間に一定の距離を設けることで、より選択的に口呼吸成分を検知し得る。

[0076] 湿度センサーが配置される領域が円錐Aである場合、呼気源被験者の口又は鼻孔であってよく、好ましくは被験者の口であってよい。湿度センサーが配置される領域が円錐Aである場合、呼吸検知システムは口呼吸成分の検知に好適である。湿度センサーが配置される領域が円錐A領域である場合において好適な設置個所の例としては、ハンドル、パソコン、テレビ等が挙げられる。

[0077] (円錐B領域)

湿度センサーが配置される領域は、円錐B領域であってよい。円錐Bは、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から背面方向を基準として下へ 30° かつ右又は左へ 30° の方向へと延びる直線として有する。図15は呼吸検知システムにおける湿度センサーの円錐B領域の模式図を示す。図15における円錐14又は14'領域内、好ましくは着色された円錐台領域内が、湿度センサーが配置される領域となり得る。ここで、円錐14又は14'の頂部に位置する着色されていない円錐の高さが湿度センサーと呼気源との最小直線距離となり得る。

[0078] 円錐Bを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は 0° 以上、 3° 以上、 5° 以上、 8° 以上、又は 10° 以上であってよい。円錐Bを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は 90° 以下、 80° 以下、 60° 以下、 40° 以下、 35° 以下、 30° 以下、 25° 以下、 20° 以下、又は 15° 以下であってよく、好ましくは 60° 以下である。円錐角度として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0079] 円錐Bにおいて、底面中心から頂点からまでの直線長さで定義される円錐高さは 150 cm 以下、 120 cm 以下、 100 cm 以下、 90 cm 以下、 70 cm 以下、 50 cm 以下、 30 cm 以下、 20 cm 以下、又は 10 cm 以下であってよく、好ましくは 30 cm 以下である。円錐高さとして上記範囲

を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0080] 円錐B領域内に配置された湿度センサーと呼気源との直線距離は0 cm以上、3 cm以上、5 cm以上、7 cm以上、又は10 cm以上であってよく、好ましくは5 cm以上である。直線距離として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0081] 湿度センサーが配置される領域が円錐B領域である場合、呼気源は被験者の口及び／又は鼻孔であってよい。湿度センサーが配置される領域が円錐B領域である場合、呼吸検知システムは口呼吸成分及び／又は鼻呼吸成分の検知に好適である。湿度センサーが配置される領域が円錐B領域である場合において好適な設置個所の例としては、ネックレス、ペットの首輪やハーネス、首等が挙げられる。

[0082] (円錐C領域)

湿度センサーが配置される領域は、円錐C領域であってよい。円錐Cは、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から前記被験者の下方向へと延びる直線として有する。図17は呼吸検知システムにおける湿度センサーの円錐C領域の模式図を示す。図17における円錐20領域内、好ましくは着色された円錐台領域内が、湿度センサーが配置される領域となり得る。ここで、円錐20の頂部に位置する着色されていない円錐の高さが湿度センサーと呼気源との最小直線距離となり得る。

[0083] 円錐Cを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は0°以上、3°以上、5°以上、8°以上、又は10°以上であってよい。円錐Cを回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度は90°以下、80°以下、60°以下、40°以下、35°以下、30°以下、25°以下、20°以下、又は15°以下であってよく、好ましくは60°以下である。円錐角度として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0084] 円錐Cにおいて、底面中心から頂点からまでの直線長さで定義される円錐高さは150 cm以下、120 cm以下、100 cm以下、90 cm以下、

70 cm以下、50 cm以下、30 cm以下、又は20 cm以下であってよく、好ましくは70 cm以下である。円錐高さとして上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。

[0085] 円錐C領域内に配置された湿度センサーと呼気源との直線距離は0 cm以上、3 cm以上、5 cm以上、7 cm以上、10 cm以上、15 cm以上、又は20 cm以上であってよく、好ましくは5 cm以上、より好ましくは10 cm以上である。直線距離として上記範囲を選択することにより、良好な測定結果が得られやすい。円錐C領域内に湿度センサーを配置する場合、湿度センサーと呼気源との間に一定の距離を設けることで、より選択的に鼻呼吸成分を検知し得る。

[0086] 湿度センサーが配置される領域が円錐C領域である場合、呼気源は被験者の口又は鼻孔であってよく、好ましくは被験者の鼻孔である。湿度センサーが配置される領域が円錐C領域である場合、呼吸検知システムは鼻呼吸成分の検知に好適である。湿度センサーが配置される領域が円錐C領域である場合において好適な設置個所の例としては、シートベルト、首、腹、腰等が挙げられる。

[0087] (複数領域の組み合わせ)

上記において、湿度センサーの設置個所の例として、球体領域、円錐A領域、円錐B領域、及び円錐C領域を示したが、上記に設置個所は上記に限られない。また、球体領域、円錐A領域、円錐B領域、及び円錐C領域のうちの一又は複数に対して、一又は複数のセンサーを設置することも可能である。例えば、組合せとしては、円錐A領域と円錐B領域との組合せ、円錐A領域と円錐C領域との組合せ、円錐B領域と円錐C領域との組合せ、円錐A領域と円錐B領域と円錐C領域との組合せ等が挙げられる。例えば、円錐A領域は口呼吸の検出に適しており、円錐C領域は鼻呼吸の検出に適しているため、円錐A領域と円錐C領域とを組み合わせることで、口呼吸成分と鼻呼吸成分を別々に測定してもよい。このように、口呼吸成分と鼻呼吸成分を別々に測定することによってそれらを切り分けることが出来、それぞれの人が口

呼吸・鼻呼吸どちらが主なのかを知ることが出来る。鼻は空気中の菌やウィルスを取り除くフィルターの役割があるうえ、鼻を通ることで加湿＋加温された空気が肺に取り込まれるため、一般的に鼻呼吸の方が良い呼吸だと言われている。そのため、口呼吸・鼻呼吸どちらの呼吸をしているかを知ることによって良い呼吸に矯正することも可能になる。

[0088] [制御部]

本開示における呼吸検知システムは呼吸検知結果に応答する制御部を備えてよい。

[0089] 制御部は機器の制御を行うことができる。ここで、機器とは湿度センサーと直接又は間接的に接続された機器である。機器の例としては、限定されないが、例えば自動車、空調機器、医療機器、その他の産業用機器や家電機器等が挙げられる。

[0090] 機器の制御とは、機器の機能の一時停止・再開、機器の機能の変更、機器の機能の強度の変更、機器の電源ON・OFFの制御、警告シグナルの発生（警告の表示、警告音の発生、振動性アラームの発生）等が挙げられ。例えば、機器が自動車の場合、機器の制御の例としては、警告音の発生、ブレーキ、徐行、方向転換、自動運転の実行等が挙げられる。例えば、機器が空調機器の場合、機器の制御の例としては、環境温度の調整、環境湿度の調整、風量の調整、風向の変更等による快適性の調整（自動調整）が挙げられる。

[0091] 本開示の呼吸検知システムは被験者の周囲環境（温度、湿度等）を調整するために用いることができる。制御部が呼吸検知結果及び必要により被験者周囲環境情報に基づき、空調設備により前記被験者の周囲環境を制御して、被験者の快適性を向上させることができる。例えば、湿度センサーを各座席のシートベルトに設置することで各座席周辺の温湿度を常時測定し、HVACと組み合わせて不快な状態になった際にエアコンを制御することでより車内の快適性が向上させることが出来る。

[0092] 本開示の呼吸検知システムを用いることで、車内（例えば、ハンドルやシートベルト）において検知された呼吸の情報をを用いて乗員やドライバーの状

態を検知することが出来る。近年、運転中のドライバーの体調悪化や急死、子供の置き去りなど、乗員やドライバーの健康状態悪化による事故が問題になっているが、健康状態が悪化すると呼吸状態も変化するため、本開示の呼吸検知システムを用いて呼吸を常時モニタリングすることで乗員やドライバーの状態を知り、必要に応じて警告音を出したり、安全に路肩に車を駐車したりするなどの制御を行うことが出来るようになる。

[0093] [第二のバイタルサインの検知]

本開示における呼吸検知システムは、呼吸以外の第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーをさらに備えてもよい。

[0094] 呼吸以外の第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーの例としては、光学センサー（可視光センサー、赤外線センサー等）、音センサー、電気伝導度センサー、電位センサー、圧力センサー、熱センサー等が挙げられる。呼吸以外の第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーは呼吸を振動の影響を受けるセンサー、例えば光学センサーであってもよい。

[0095] 呼吸以外の第二のバイタルサインの例としては、脈拍、心拍数、体温、血圧等が挙げられる。

[0096] 第二振動データから呼吸検知結果に基づく第一振動データを差し引くことにより、第二のバイタルサインを検知することができる。例として、第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーの例として、ミリ波センサーを説明する。他のセンサーの場合でも考え方は同様である。ミリ波センサーは呼吸の他に心拍が測定できることが知られている。呼吸成分には実際の呼吸数となる基本波だけでなく、高調波成分も含まれる。一般的に心拍数は呼吸数よりも早いため、心拍を正確に測定しようとした際には呼吸の高調波成分もノイズ源となる（下記式1参照）。一方で湿度センサーを用いた呼吸検知では呼吸以外のバイタルサインを測定することが出来ないため、湿度センサーの応答には呼吸の基本波と高調波成分が含まれることになる。このようなセンサーの違いを利用することによりミリ波センサーで測定し

た心拍をより精度良く測定できるようになる。すなわち、湿度センサーを用いることで呼吸の基本波及び高調波に由来する周波数の成分が特定できる。ミリ波センサーでも同じ周波数に呼吸由来の成分が含まれていることから、これらを削除することにより、呼吸由来の成分を完全になくすことが出来、残った成分は心拍成分のみとなる。

[式1]

$$\begin{array}{l} \boxed{\begin{array}{c} \text{ミリ波センサー} \\ \text{測定データ} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{呼吸成分} \\ \text{(基本波)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{呼吸成分} \\ \text{(高調波成分)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{心拍成分} \end{array}} \\ \\ \boxed{\begin{array}{c} \text{湿度センサー} \\ \text{測定データ} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{呼吸成分} \\ \text{(基本波)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{呼吸成分} \\ \text{(高調波成分)} \end{array}} \\ \\ \boxed{\begin{array}{c} \text{ミリ波センサー} \\ \text{測定データ} \end{array}} - \boxed{\begin{array}{c} \text{湿度センサー} \\ \text{測定データ} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{心拍成分} \end{array}} \end{array}$$

[0097] 近年、ドライバーの状態検知が注目されており、カメラやミリ波センサーを用いたバイタルサイン検知が注目されている。ところがこれらの測定手法は呼吸や心拍による体の変位を検知しているため、振動の影響があるという問題があり、正確に測定することが難しいという課題がある。一方で湿度センサーは振動の影響を受けないため正確に呼吸を測定することが出来る。よって、振動がある場合においても上記のようにバイタルサインセンサーの測定成分から、湿度センサーより求めた呼吸成分を引くことによって正確にバイタルサインを測定できるようになる。

実施例

[0098] 以下、実施例を挙げて本開示を詳しく説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0099] <評価方法>

作製した湿度センサーの評価は以下のとりである。

FDC2214EVM (Texas Instruments社製) の回路を用いて、湿度変化をした際

の湿度センサーの容量変化を測定した。50%RHの湿度雰囲気下で安定させた湿度センサーに対し、バブラーで作製した湿潤空気を内径4mmの配管を用いて1SLMの流量で流す。この際の湿度センサーと配管の距離は10mmとした。既存の湿度センサーであるSHT31（Sensirion社製）も同時に測定し、このセンサーの湿度表示値の変化とFDC2214EVM回路の容量表示値の変化の比（fF/%RH）を湿度センサーの感度と定義した。なお、値は湿度変化により最も大きく変化した際の値を用いた。

センサーの応答性は応答時間及びリカバリー時間により評価する。応答時間はベースラインから湿潤空気に完全に応答した際の値の90%に達するまでにかかる時間（一般的に t_{90} という）、リカバリー時間は湿潤空気に完全に応答した際の値から変化量の10%まで戻るのにかかる時間（一般的に t_{10} という）である。

[0100] <湿度センサーの作製及び性能評価>

[実施例1]

感湿膜の母材としてポリアミドイミド（PAI）、無機フィラーとしてNiを用いた場合について説明する。PAIは、PAI原料がN-メチル-2-ピロリドン（NMP）及びテトラグライム（TEGM）に溶解しているワニスを用いた。Niフィラーは平均粒径が約300nmのものをを用いた。これらの原料をNi量が0～50vol%になるように原料を秤量し、フーバーマラーにてNiフィラーがワニス中で均一に分散するように混合した。このように作製したワニスを、カプトン基板上にスパッタ法により形成した200nm厚のNiCr下部電極上に、スクリーン印刷により塗布した後、空気中において150℃で5分間乾燥させることで多孔質ポリアミドイミド母材中にNiフィラーが分散した状態の感湿膜を形成した。その後スパッタ法により70nm厚の上部電極を形成した。

[0101] 作製した湿度センサーの感度及び応答性を図1に示す。図1より、Niを添加しない場合に比べて添加した場合には全ての場合で感度が向上していることが確認できる。さらに応答性についても、Niを添加した場合の方が良好な特性が得られることが分かる。これらの結果より、多孔質なPAI母材中にNiフ

ィラーを分散させることで、感度及び応答性においてセンサー特性が向上することが分かる。なお既存品の場合、応答時間4.1秒、リカバリー時間32.1秒、合計時間36.2秒であった。既存品では多孔質ではない樹脂材料が感湿膜として用いられているため、応答性が圧倒的に悪いことが分かる。

[0102] [実施例2]

一例として、感湿膜形成時の溶剂量を変えた際の結果を用いて説明する。実施例1で用いたPAIワニスに対して50wt%溶剤を追加した。追加した溶剤はNMPとTEGM比がそれぞれ100:0、50:50、0:100になるようにした。また、無機フィラーとしてNiに代えてCaCu₃Ti₄O₁₂ (CCTO) を用い、PAIに対して50vol%添加した。これらの点を除き、実施例1と同様の方法でセンサー作製及び評価を行った。

[0103] 作製した湿度センサーの表面SEM像を図2に示す。図2より、TEGM添加量が増えるにしたがって膜表面まで気孔が形成されていることが分かる。これらの湿度センサーの感度を図3に示す。

[0104] 図2より、TEGM量が増大するにつれて表面孔の密度が増大する感度が向上することが分かる。図3より、TEGM量が増大するにつれて感度が向上することが分かる。これらの結果から、表面孔の密度が増大することで感度が向上すると言える。

[0105] [実施例3]

一例として、界面活性剤を添加した際の結果を用いて説明する。界面活性剤としては親水性界面活性剤であるフタージェント251又は疎水性界面活性剤であるフタージェント710FM（共にネオス社製）を用いた。無機フィラーとしてNiに代えてCaCu₃Ti₄O₁₂ (CCTO) を用い、PAIに対して50vol%添加した。界面活性剤はCCTOに対して1wt%、3wt%、5wt%添加した。これらの点を除き、実施例1と同様の方法でセンサー作製及び評価を行った。

[0106] 作製した湿度センサーの感度を図4に示す。図4より、フタージェント710FMの場合には添加量と共に感度が向上する傾向が見られた。

[0107] 各界面活性剤を1wt%、3wt%、又は5wt%添加した場合の湿度セ

ンサーについて表面SEM観察を行い、表面孔の平均孔径を算出した。表面孔の平均孔径は、観察される各表面孔の最長径を当該各表面孔の孔径とみなし、視野内に存在する全ての表面孔の孔径を測定し、視野を移動して再度孔径を測定することを繰り返し、100個以上についての平均値を表面孔の平均孔径とした。表1に、算出した表面孔の平均孔径を感度測定の結果とともに示す。図5は感湿膜の表面孔の平均孔径と湿度センサーの感度との相関を示す。

[表1]

界面活性剤		表面孔の平均孔径 (μm)	感度 (fF/%RH)
フタージェント 251	1wt%	0.113	37.5
	3wt%	0.102	36.8
	5wt%	0.024	24.3
フタージェント 710FM	1wt%	0.281	54.0
	3wt%	0.344	67.5
	5wt%	0.536	78.6

[0108] 界面活性剤を5wt%添加した場合の湿度センサーについて断面SEM観察を行った。その結果を図6に示す。図6より、フタージェント251を添加した場合には径が小さい内部孔が殆どであり、フタージェント710FMを添加した場合には径が大きい内部孔を多数有することが分かる。これらの素子のBET比表面積、感度、応答性を表2にまとめる。表2より、界面活性剤（フタージェント710FM）を添加した場合、比表面積が小さいにもかかわらず、感度及び応答性を向上できることがわかる。

[表2]

界面活性剤 (5wt%)	フタージェント251 (親水性)	フタージェント710FM (疎水性)
比表面積 (m^2/g)	2.02	1.42
感度 (fF/%RH)	24.3	78.6
応答+リカバリー (秒)	2.84 (応答:0.60/リカバリー:2.24)	1.85 (応答:0.85/リカバリー:1.00)

[0109] すなわちこれらの結果から、界面活性剤の添加により感湿膜の表面孔や内部孔の孔径や高密度を調節でき、センサーの感度及び応答性の向上が可能で

あることが分かる。

[0110] [実施例 4]

一例として、CCTO添加量を変更した場合について説明する。CCTOをPAIに対して0~50vol%添加した。この点を除き、実施例 1 と同様の方法でセンサー作製及び評価を行った。

[0111] 作製した感湿膜の誘電率を図 7 に示す。図 7 より、CCTO添加量が増えるにしたがって誘電率が大きくなっていることが確認できる。さらに図 8 より、誘電率と同様にCCTO添加量が増えるにしたがって感度についても大きくなることが分かる。これらの結果から、感湿膜の誘電率が大きくなるほど感度が向上するということが分かる。

[0112] <呼吸検知システムの性能評価>

[実施例 5]

(用いた湿度センサー)

本開示における多孔質感湿部材を用いる湿度センサー三種類(以下、それぞれ、高速応答品(1)(2)(3)という。)と、市販品(SHT31、Sensirion製。以下、低速応答品という。)について、応答性を測定した。

高速応答品(1)(2)(3)でそれぞれ、応答速度は1.9秒、1.3秒、0.9秒、リカバリー速度は4.9秒、2.5秒、1.6秒であった。低速応答品の応答速度は5.5秒、リカバリー速度は16.1秒であった。

[0113] (振動の影響の確認)

まず初めに、呼吸測定において振動の影響がないことを示すために以下の実験を行った。光チョッパーを用いて4Hzの周波数でバブラーを通した湿潤空気がセンサーに当たる状態で、センサー、光チョッパー、バブラー全てを振動させた。バブラーを通した湿潤空気が模擬的な呼吸に対応する。なおこの試験は、振動試験機を用いて国内輸送標準条件(JIS Z 0232規格、5~200Hz、Grms=0.59、ランダム振動、鉛直方向)にて行った。

[0114] 高速応答品(2)について振動なしの場合(測定開始後100~105秒)と振動ありの場合(測定開始後400~405秒)についての測定データと、これらの

結果をフーリエ変換した結果を図 9 A 及び図 9 B に示す。図 9 A 及び図 9 B より、振動あり・なしで測定データに違いは見られなかった。またフーリエ変換した結果においても振動あり・なしで違いが見られなかったことから、高速応答品では振動の影響を受けずに湿度変化を測定できる、すなわち、振動の影響を受けずに呼吸が測定できることが分かる。

[0115] (応答性の違いの影響及び円錐 A 領域における測定)

振動なしにおける高速応答品 (2) と低速応答品の比較結果 (測定データ及びフーリエ変換結果) を図 10 に示す。図 10 より、低速応答品では 4 Hz の周波数変化に追従できていないことが分かる。これは応答速度及びリカバリ速度が遅いためと考えられる。

[0116] そこで、実際の呼吸測定において高速応答品 (1) と低速応答品の応答の違いを調べることにした。それぞれのセンサーを被験者の正面にある PC 画面上部にセンサーと口の距離がおよそ 30 cm になるようにして設置して測定した。このとき湿度センサーは図 11 において示されるような円錐 A 領域における円錐台領域内 (着色領域) に配置される。測定結果及び、測定結果をフーリエ変換したものを図 12 に示す。図 12 より、高速応答品 (1) では呼吸による応答が確認でき、フーリエ変換の結果から呼吸数がおおよそ 27.5 回/分であることが分かる。一方で低速応答品では呼吸による応答が確認できなかった。

[0117] これらの結果から、湿度センサーの応答速度及びリカバリ速度が呼吸測定において非常に大事であることが分かる。

[0118] ここで、図 12 A で得られた応答が本当に呼吸由来の応答であることの確認及び、どこまでセンサーと口が離れて測定が可能かを調べるために、センサーと口の距離がおよそ 70 cm になるようにして測定した。この際に、既存の呼吸センサー (YSSDA、ATR-Promotions 製) をベルトで胸に巻き付けて呼吸のリファレンスとすることとした。高速応答品 (2) を用いて測定した結果を図 13 に示す。図 13 より、70 cm 離れても高速応答品 (2) において応答が見られ、既存の呼吸センサーとフーリエ変換した結果を比べてみても非常に

良い一致が得られた。このことから、センサーと口が70cm離れても呼吸測定が可能であることが分かる。

また図12や図13の測定データにおいて、応答が見られない部分があるが、これは測定時に顔が動いたためである。

[0119] 同様に、車のハンドルに高速応答品(3)を設置した場合の測定データとフーリエ変換した結果を図14に示す。図14より、ハンドルの位置にセンサーを設置することで呼吸が測定できることが分かる。

[0120] [実施例6]

(円錐B領域における測定)

高速応答品(2)を首の頸動脈付近に設置した場合について説明する。このとき湿度センサーは図15において示されるような円錐B領域における円錐台領域内(着色領域)に配置される。なお、呼吸が測定できているかを確認するために実施例5で示した既存の呼吸センサーを用いた。その測定データ及びフーリエ変換した結果を図16に示す。図16より、既存の呼吸センサーと高速応答品(2)で非常に良い一致が得られており、首元に湿度センサーを設置することで呼吸が測定できることが分かる。なお、測定中に一部応答が見られない時間があるが、これは顔が動いたためである。

[0121] センサーをこの位置に設置して呼吸を測定できるため、例えばネックレスや、ペットの首輪又はハーネスにセンサーを設置することで振動の影響を受けることなく呼吸の常時モニタリングが可能であることが分かる。

[0122] [実施例7]

(円錐C領域における測定)

高速応答品(1)及び低速応答品を首元(胸骨柄)に置いた場合における呼吸検知の例について示す。このとき湿度センサーは図17において示されるような円錐C領域における円錐台領域内(着色領域)に配置される。測定データ及びフーリエ変換した結果を図18に示す。図18より、低速応答品では呼吸に追従できていない一方で、高速応答品(1)では呼吸による応答が確認できる。

[0123] 次に、高速応答品（３）を車のシートベルト（体の中心付近）に設置した場合について示す。このとき湿度センサーは図１７において示されるような円錐Ｃ領域における円錐台領域内（着色領域）に配置される。エンジンOFFの状態にて測定したデータ及びフーリエ変換した結果を図１９に示す。図１９より、シートベルトの位置で鼻呼吸成分の測定ができていることが分かる。さらに、エンジンONの状態にて測定したデータ及びフーリエ変換した結果を図２０に示す。図２０より、車の振動があってもエンジンOFFの時と同様に呼吸が測定できることが分かる。

[0124] [実施例８]

（円錐Ａ領域及び円錐Ｃ領域における測定）

実施例５において、ハンドルに高速応答品を設置した際に口呼吸成分を測定できることを示した。そこで、３名の被験者（これまで示した結果は被検者Ａによるもの）のハンドル位置及びシートベルト位置での測定結果を図２１Ａ～Ｃに示す。このとき湿度センサーは図１１において示されるような円錐Ａ領域における円錐台領域内（着色領域）と図１７において示されるような円錐Ｃ領域における円錐台領域内（着色領域）との両方に配置される。なお３名の測定結果の比較のため、縦軸及び横軸の大きさの絶対値は合わせてある。図２１Ａ～Ｃより、３名の被験者によって応答が異なることが分かった。被験者Ａは口呼吸、鼻呼吸共に応答が大きい一方で、被験者Ｂは口呼吸が大きいものの鼻呼吸は小さい。逆に被検者Ｃは口呼吸が小さいものの鼻呼吸は大きい。このように、口呼吸成分と鼻呼吸成分を別々に測定することによってそれらを切り分けることが出来、それぞれの人が口呼吸・鼻呼吸どちらが主なのかを知ることが出来ることがわかった。鼻は空気中の菌やウィルスを取り除くフィルターの役割があるうえ、鼻を通ることで加湿＋加温された空気が肺に取り込まれるため、一般的に鼻呼吸の方が良い呼吸だと言われている。そのため、口呼吸・鼻呼吸どちらの呼吸をしているかを知ることによって良い呼吸に矯正することも可能になる。

[0125] さらに図２１Ａ～Ｃより、口呼吸・鼻呼吸どちらの場合においても急峻に

応答した後に、ゆっくりとリカバリーしていることが確認できる。これは呼吸の形状が測定できていることを示している。これは湿度センサーの応答及びリカバリーが速いため、呼吸による湿度変化を正確に測定できていることによる。

[0126] [実施例 9]

(エアコン併用)

現在車のエアコンを制御するために、エアコン周辺に温湿度センサーが設置されている。ところがこのセンサーはドライバーや乗員との距離が遠く、乗員やドライバー周辺の温湿度とは異なるため、エアコンが上手く機能していない場合には不快な状態になることが良くある。

[0127] そこで、実施例 3 で示した実験と同様にシートベルト位置に温湿度センサーを設置して、ドライバー周辺の温湿度を測定した。測定には BLE モジュールに搭載されている温湿度センサー (SHT31、Sensirion 製、低速応答品) を用いた。エアコンを中程度の強度で ON にした際の温度及び湿度変化を測定した。また、エアコンが直接体に当たっている場合及び同じ強度で体に当たらない場合をこの順番で測定した。その結果を図 22 に示す。図 22 より、エアコンの風が体に直接当たることで次第に温度が低下していっていることが分かる。一方で同じ強度でエアコンを ON にしているにもかかわらず、体に当たらないように風の向きを調整すると、次第に温度が上がっていっていることが分かる。実際の感覚としてもエアコンの風が体に当たることで涼しく感じた一方で、風を当てなくすることで次第に暑く感じていったことから、より正確にドライバー周辺の温湿度を測定できているということが分かる。

[0128] 例えば、同様のセンサーを各座席のシートベルトに設置することで各座席周辺の温湿度を常時測定し、HVAC と組み合わせて不快な状態になった際にエアコンを制御することでより車内の快適性が向上させることが出来る。

[0129] なお、図 22 では BLE モジュール搭載の温湿度センサーを用いたが、湿度の表示値については実施例 3 で示した高速応答品を用いてもよい。今回用いた高速応答品は出力値が容量なので、事前に容量と湿度の関係 (検量線) を調

べておくことで容量を湿度に変換することが出来る。この際には、ベースラインの大きなゆっくりとした変動は被測定者周辺湿度の変化、小さな早い変動は被測定者の呼吸によるものに相当する。

[0130] ところで、エアコンの風が湿度センサーに当たることで呼吸の測定がなくなるのではということが考えられる。そこで図22で示した実験と同時に高速応答品(3)を用いてシートベルト位置で呼吸測定を行ったところ、図23に示すデータが得られた。なお、どちらの場合も呼吸によると思われる応答が見られるが、実施例5で示したエアコンOFFの場合に比べてどちらの場合も見た目が変わり、直接風があった場合にはその影響が特に大きいように見えるが、これらのデータのフーリエ変換を行ったところ、呼吸数に対応する周波数成分が含まれており、エアコンをつけて被測定者周辺の湿度が変わったとしても、呼吸数測定は可能であった。

産業上の利用可能性

[0131] 本開示における多孔質感湿部材及びそれを用いた湿度センサーは家電機器用、産業機器用、車載用等の各種用途に利用可能である。

符号の説明

- [0132] 2 被験者
4 呼気源
6 円錐A領域
8 円錐角度
10 円錐高さ
12 湿度センサーと呼気源との最小となり得る距離
14 円錐B領域(右側)
14' 円錐B領域(左側)
16 背面方向を基準とする円錐Cの回転軸の角度(右へ60°)
18 背面方向を基準とする円錐Cの回転軸の角度(下へ30°)
x 正面方向
x' 背面方向

20 円錐C領域

[0133] <例示的態様>

本開示の例示的態様は次のとおりである。

[項1]

湿度センサー用の多孔質感湿部材であって、
前記多孔質感湿部材が樹脂母材及び無機フィラーを含み、
前記多孔質感湿部材が表面孔及び内部孔を含み、表面孔の平均孔径は $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上である、
多孔質感湿部材。

[項2]

孔径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の前記表面孔の密度が $1\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上である、項1に記載の多孔質感湿部材。

[項3]

孔径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の前記表面孔の密度が $50\text{ 個以上}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ である、項1又は2に記載の多孔質感湿部材。

[項4]

前記多孔質感湿部材の断面において断面径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の孔断面が存在する、項1～3のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項5]

前記多孔質感湿部材の断面において断面径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の孔断面の密度が $10\text{ 個}/100\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上である、項1～4のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項6]

前記多孔質感湿部材の比表面積が $0.1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $10\text{ m}^2/\text{g}$ 以下である、項1～5のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項7]

前記多孔質感湿部材の比表面積が $2\text{ m}^2/\text{g}$ 以下である、項1～6のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 8]

前記多孔質感湿部材の気孔率が 10 体積%以上 90 体積%以下である、項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 9]

前記多孔質感湿部材の比誘電率が 1.6 以上である、項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 10]

前記樹脂母材の量が、前記多孔質感湿部材に対して、10 重量%以上 90 重量%以下であり、

前記無機フィラーの量が、前記多孔質感湿部材に対して、10 重量%以上 90 重量%以下である、項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 11]

前記樹脂母材が、芳香族ポリイミド、芳香族ポリアミドイミド、芳香族ポリアミド、芳香族ポリエーテル、ポリエチレンテレフタレート、酢酸酪酸セルロース、ポリメタクリル酸メチル、及びクロトン酸ビニルからなる群から選択される少なくとも一種である、項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 12]

前記無機フィラーが、25℃及び 1 kHz における比誘電率が 100 以上の高誘電材料を含む、項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 13]

前記無機フィラーが金属フィラーを含む、項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 14]

前記多孔質感湿部材が界面活性剤を含み、前記界面活性剤の量が、前記多孔質感湿部材に対して、0.1 重量%以上 25 重量%以下である、項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 15]

静電容量変化型湿度センサー用である、項 1 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。

[項 1 6]

湿度センサーであって、

第一電極と、

第二電極と、

前記第一電極と前記第二電極との間に設けられる項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材とを備える、湿度センサー。

[項 1 7]

基板を備え、前記基板上に前記第一電極が設けられている、項 1 6 に記載の湿度センサー。

[項 1 8]

静電容量変化型である、項 1 6 又は 1 7 に記載の湿度センサー。

[項 1 9]

被験者の呼吸を検知する呼吸検知システムであって、

項 1 6 ～ 1 8 のいずれか一項に記載の湿度センサーが球体領域内に配置され、

前記球体は、中心が前記被験者の呼気源であり、半径が 1 5 0 c m 以下である、呼吸検知システム。

[項 2 0]

前記湿度センサーが前記球体の背面上側の 1 / 4 球体領域を除く領域に配置される、項 1 9 に記載の呼吸検知システム。

[項 2 1]

前記湿度センサーが円錐 A 領域内に配置され、

前記円錐 A が、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から前記被験者の正面方向へと延びる直線として有し、前記円錐 A を前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が 4 0

° 以下であり、底面中心から前記頂点までの直線長さを定義される円錐高さが100cm以下である、項19又は20に記載の呼吸検知システム。

[項22]

前記湿度センサーが円錐B領域内に配置され、

前記円錐Bは、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から背面方向を基準として下へ30°かつ右又は左へ30°の方向へと延びる直線として有し、前記円錐Bを前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が60°以下であり、底面中心から前記頂点までの直線長さを定義される円錐高さが30cm以下である、項19又は20に記載の呼吸検知システム。

[項23]

前記呼気源が前記被験者の口であり、前記呼吸検知システムが口呼吸成分を検知する、項21に記載の呼吸検知システム、或いは

前記呼気源が前記被験者の口及び／又は鼻孔であり、前記呼吸検知システムが口呼吸成分及び／又は鼻呼吸成分を検知する、22に記載の呼吸検知システム。

[項24]

前記湿度センサーが円錐C領域内に配置され、

前記円錐Cが、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から前記被験者の下方向へと延びる直線として有し、前記円錐Cを前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が60°以下であり、底面中心から前記頂点からまでの直線長さを定義される円錐高さが70cm以下である、項19又は20に記載の呼吸検知システム。

[項25]

前記呼気源が前記被験者の鼻孔であり、前記呼吸検知システムが鼻呼吸成分を検出する、項24に記載の呼吸検知システム。

[項26]

前記湿度センサーの応答時間とリカバリー時間の合計が5秒以下である、項

１９～２５のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項２７]

呼吸検知結果に応答する制御部を備える、項１９～２６のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項２８]

前記制御部が前記呼吸検知結果及び必要により被験者周囲温度等のその他被験者周囲環境情報に基づき、空調機器により前記被験者の周囲環境を制御する、項１９～２７のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項２９]

前記制御部が機器の制御を行う、項２８に記載の呼吸検知システム。

[項３０]

前記機器が自動車である、項２９に記載の呼吸検知システム。

[項３１]

呼吸以外の第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーをさらに備える、項１９～３０のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項３２]

前記第二振動データから呼吸検知結果に基づく第一振動データを差し引くことにより、第二のバイタルサインを検知する、項３１に記載の呼吸検知システム。

[項３３]

前記湿度センサーが自動車のハンドルに設置される、項１９～３２のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項３４]

前記湿度センサーがパソコン又はパソコン関連機器に設置される、項１９～３２のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項３５]

前記湿度センサーが首に設置される、項１９～３２のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項 3 6]

前記湿度センサーがペット（例えば犬や猫等）の首輪又はハーネスに設置される、項 1 9 ～ 3 2 のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項 3 7]

前記湿度センサーが自動車のシートベルトに設置される、項 1 9 ～ 3 2 のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項 3 8]

前記湿度センサーと前記呼気源との直線距離が 5 c m 以上である、項 1 9 ～ 3 7 のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

[項 3 9]

前記湿度センサーと前記呼気源との直線距離が 1 0 c m 以上である、項 1 9 ～ 3 8 のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

請求の範囲

- [請求項1] 湿度センサー用の多孔質感湿部材であって、
前記多孔質感湿部材が樹脂母材及び無機フィラーを含み、
前記多孔質感湿部材が表面孔及び内部孔を含み、表面孔の平均孔径は
 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上である、
多孔質感湿部材。
- [請求項2] 孔径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上の前記表面孔の密度が $1\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上で
ある、請求項1に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項3] 孔径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上の前記表面孔の密度が $50\text{個以上}/100\ \mu\text{m}^2$
である、請求項1又は2に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項4] 前記多孔質感湿部材の断面において断面径 $1\ \mu\text{m}$ 以上の孔断面が存在
する、請求項1～3のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項5] 前記多孔質感湿部材の断面において断面径 $1\ \mu\text{m}$ 以上の孔断面の密度
が $10\text{個}/100\ \mu\text{m}^2$ 以上である、請求項1～4のいずれか一項に
記載の多孔質感湿部材。
- [請求項6] 前記多孔質感湿部材の比表面積が $0.1\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上 $10\ \text{m}^2/\text{g}$ 以
下である、請求項1～5のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項7] 前記多孔質感湿部材の比表面積が $2\ \text{m}^2/\text{g}$ 以下である、請求項1～
6のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項8] 前記多孔質感湿部材の気孔率が $10\text{体積}\%$ 以上 $90\text{体積}\%$ 以下である
、請求項1～7のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項9] 前記多孔質感湿部材の比誘電率が 1.6 以上である、請求項1～8の
いずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項10] 前記樹脂母材の量が、前記多孔質感湿部材に対して、 $10\text{重量}\%$ 以上
 $90\text{重量}\%$ 以下であり、
前記無機フィラーの量が、前記多孔質感湿部材に対して、 $10\text{重量}\%$
以上 $90\text{重量}\%$ 以下である、請求項1～9のいずれか一項に記載の多
孔質感湿部材。

- [請求項11] 前記樹脂母材が、芳香族ポリイミド、芳香族ポリアミドイミド、芳香族ポリアミド、芳香族ポリエーテル、ポリエチレンテレフタレート、酢酸酪酸セルロース、ポリメタクリル酸メチル、及びクロトン酸ビニルからなる群から選択される少なくとも一種である、請求項1～10のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項12] 前記無機フィラーが、25℃及び1kHzにおける比誘電率が100以上の高誘電材料を含む、請求項1～11のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項13] 前記無機フィラーが金属フィラーを含む、請求項1～12のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項14] 前記多孔質感湿部材が界面活性剤を含み、前記界面活性剤の量が、前記多孔質感湿部材に対して、0.1重量%以上25重量%以下である、請求項1～13のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項15] 静電容量変化型湿度センサー用である、請求項1～14のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材。
- [請求項16] 湿度センサーであって、
第一電極と、
第二電極と、
前記第一電極と前記第二電極との間に設けられる請求項1～15のいずれか一項に記載の多孔質感湿部材と
を備える、湿度センサー。
- [請求項17] 基板を備え、前記基板上に前記第一電極が設けられている、請求項16に記載の湿度センサー。
- [請求項18] 静電容量変化型である、請求項16又は17に記載の湿度センサー。
- [請求項19] 被験者の呼吸を検知する呼吸検知システムであって、
請求項16～18のいずれか一項に記載の湿度センサーが球体領域内に配置され、
前記球体は、中心が前記被験者の呼気源であり、半径が150cm以

下である、呼吸検知システム。

[請求項20]

前記湿度センサーが円錐A領域内に配置され、

前記円錐Aが、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から前記被験者の正面方向へと延びる直線として有し、前記円錐Aを前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が 40° 以下であり、底面中心から前記頂点までの直線長さで定義される円錐高さが100cm以下であり、

前記呼気源が前記被験者の口である、請求項19に記載の呼吸検知システム。

[請求項21]

前記湿度センサーが円錐B領域内に配置され、

前記円錐Bは、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から背面方向を基準として下へ 30° かつ右又は左へ 30° の方向へと延びる直線として有し、前記円錐Bを前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が 60° 以下であり、底面中心から前記頂点までの直線長さで定義される円錐高さが30cm以下であり、

前記呼気源が前記被験者の口及び／又は鼻孔である、請求項19に記載の呼吸検知システム。

[請求項22]

前記湿度センサーが円錐C領域内に配置され、

前記円錐Cが、頂点を前記呼気源として、回転軸を前記呼気源から前記被験者の下方向へと延びる直線として有し、前記円錐Cを前記回転軸を通る平面で切断したときにできる二等辺三角形の頂角で定義される円錐角度が 60° 以下であり、底面中心から前記頂点からまでの直線長さで定義される円錐高さが70cm以下であり、

前記呼気源が前記被験者の鼻孔である、請求項19に記載の呼吸検知システム。

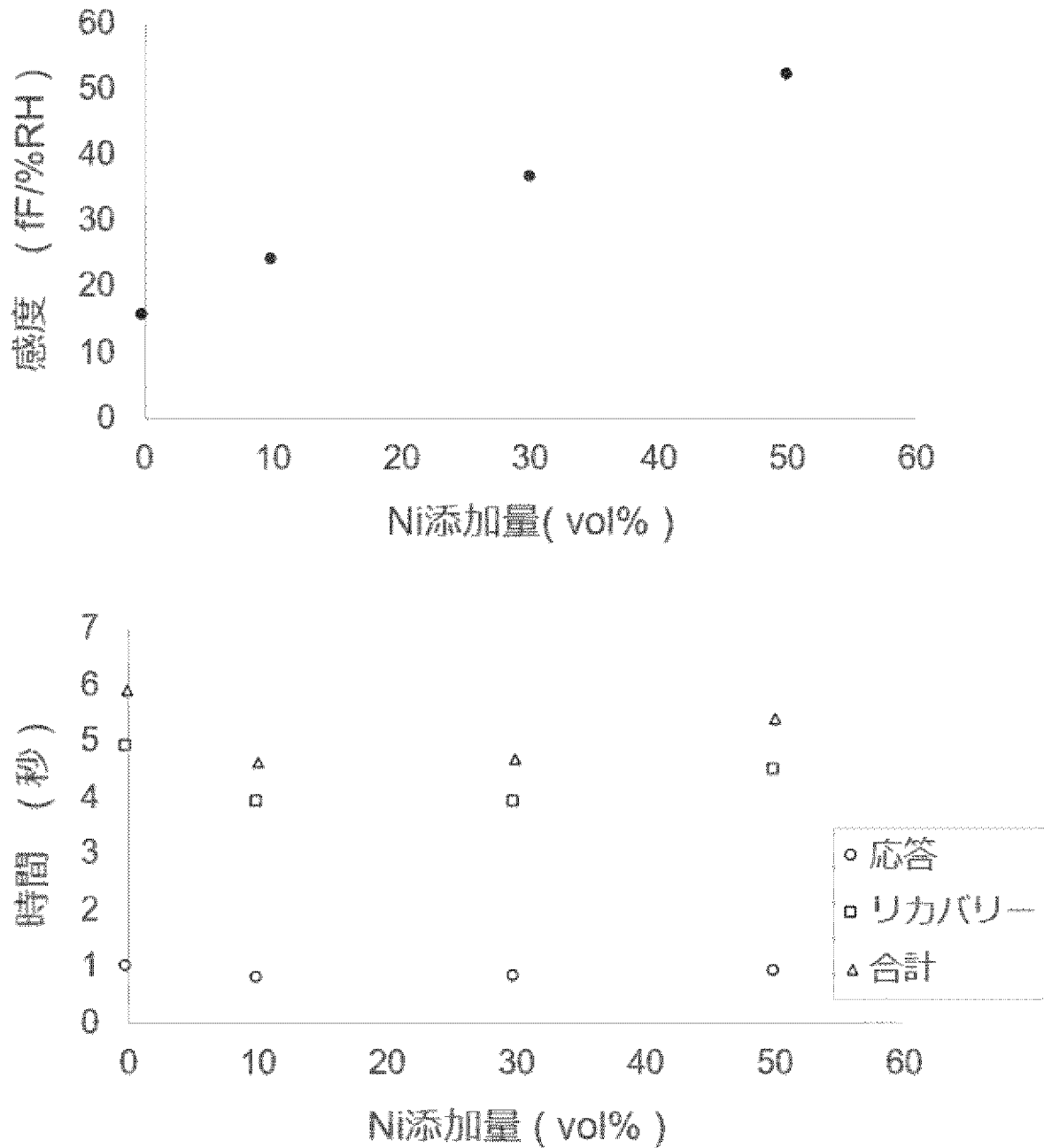
[請求項23]

前記湿度センサーの応答時間とリカバリー時間の合計が5秒以下である、請求項19～22のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

- [請求項24] 呼吸検知結果に応答する制御部を備え、
前記制御部が前記呼吸検知結果及び必要により被験者周囲温度等のその他被験者周囲環境情報に基づき、空調機器により前記被験者の周囲環境を制御する、請求項19～23のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。
- [請求項25] 呼吸検知結果に応答する制御部を備え、
前記制御部が自動車の制御を行う、請求項19～24のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。
- [請求項26] 呼吸以外の第二のバイタルサインを含む第二振動データを測定するセンサーをさらに備え、
前記第二振動データから呼吸検知結果に基づく第一振動データを差し引くことにより、第二のバイタルサインを検知する、請求項19～25のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。
- [請求項27] 前記湿度センサーと前記呼気源との直線距離が5 cm以上である、請求項19～26のいずれか一項に記載の呼吸検知システム。

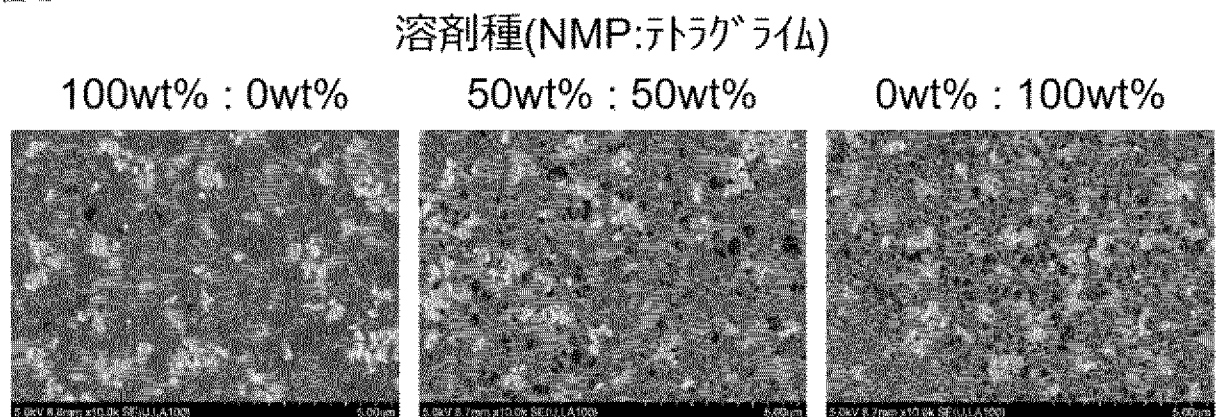
[図1]

図 1



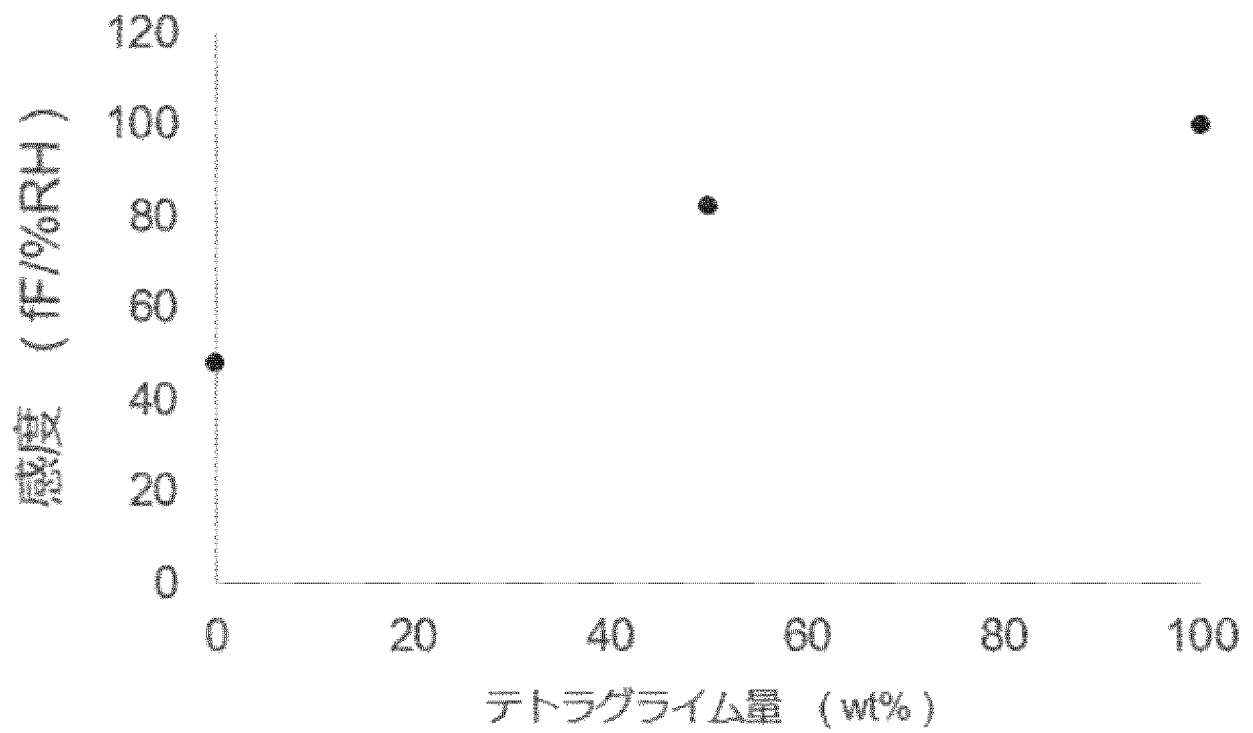
[図2]

図 2



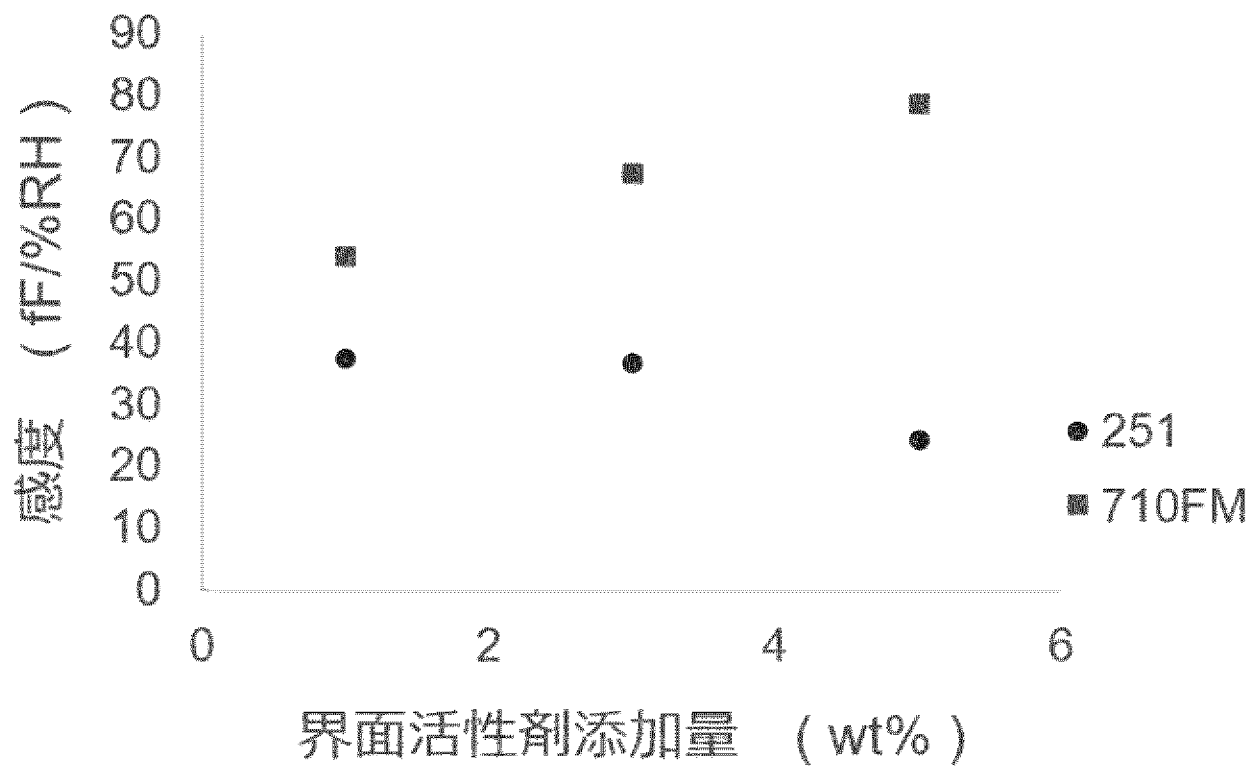
[図3]

図 3



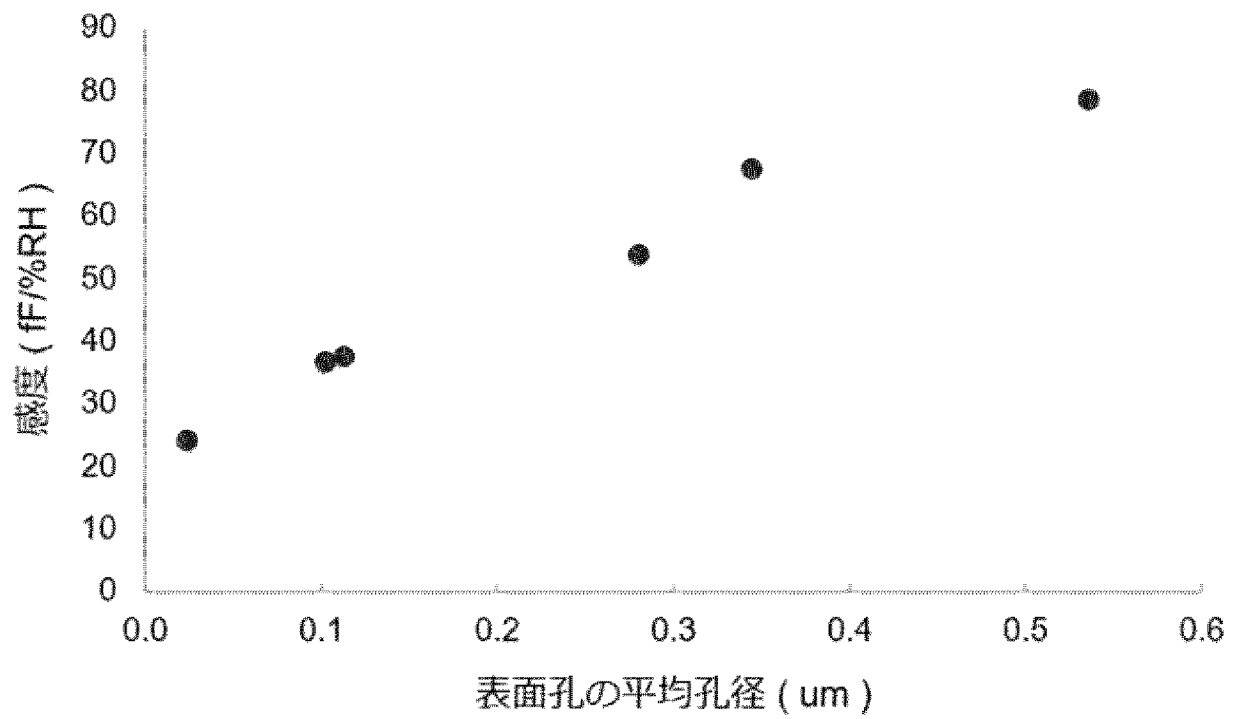
[図4]

図 4



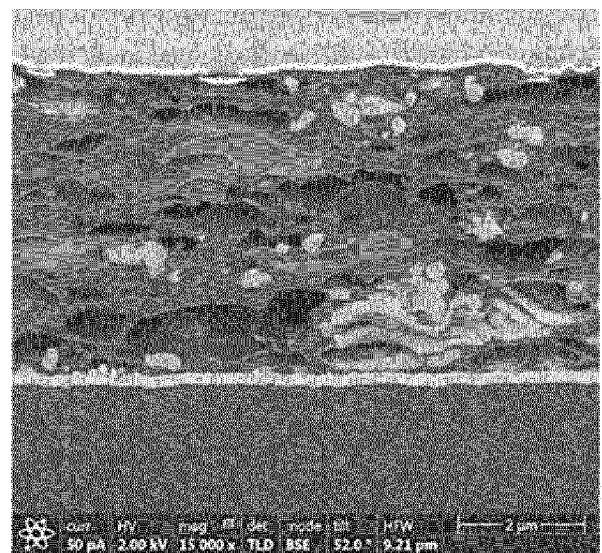
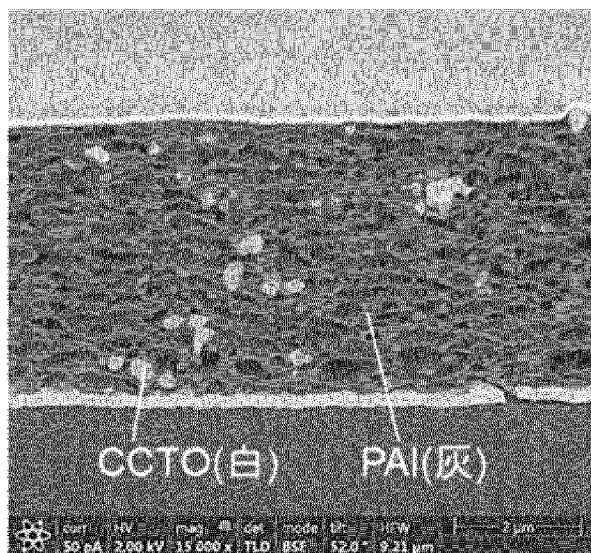
[図5]

図 5



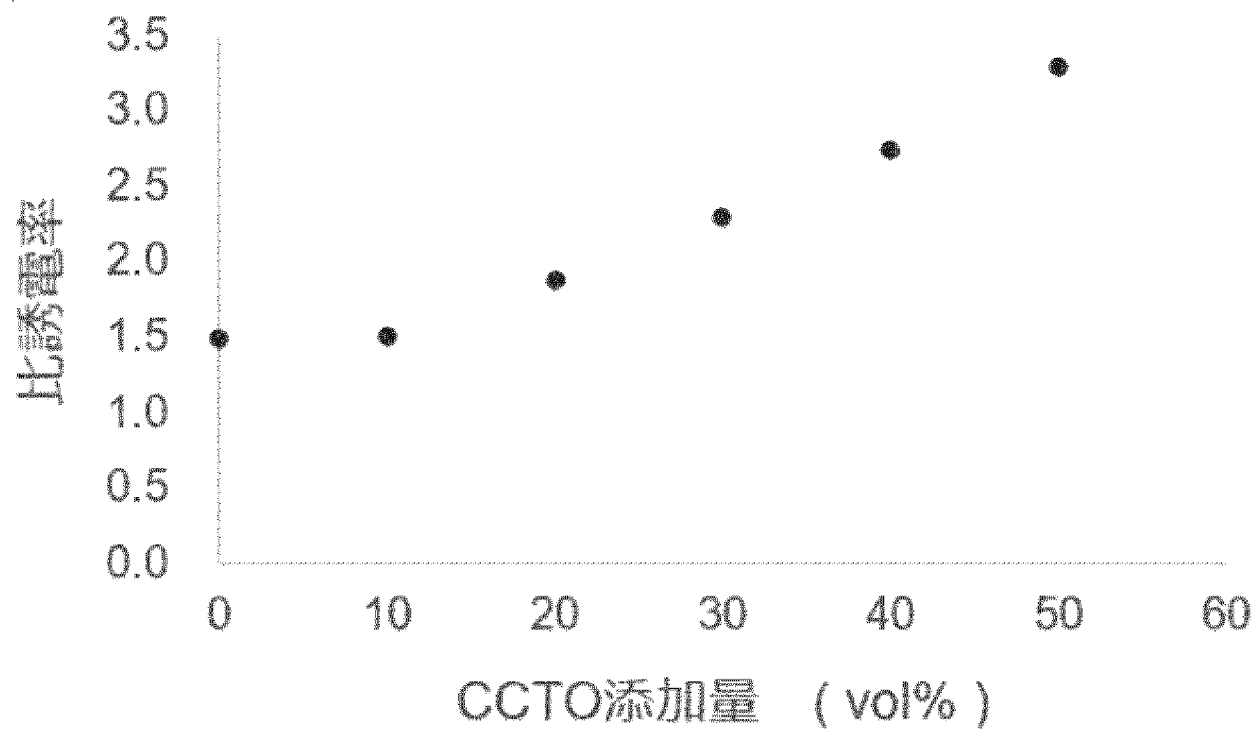
[図6]

図 6



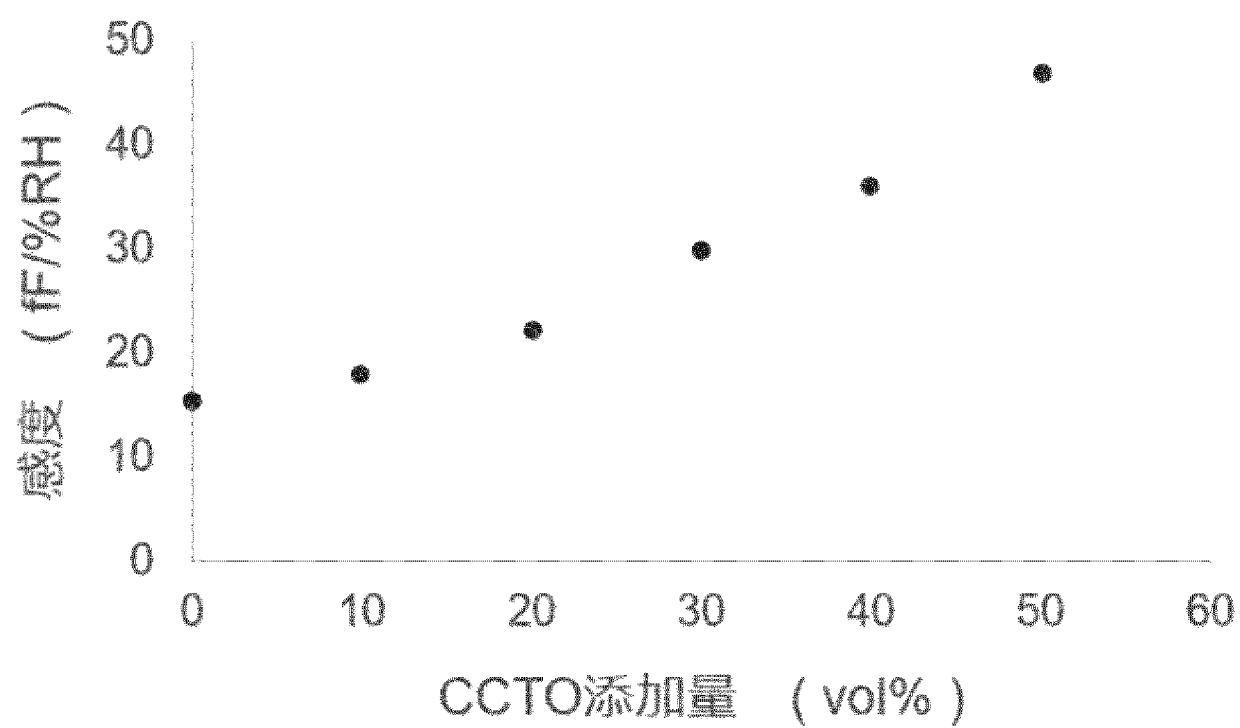
[図7]

図 7



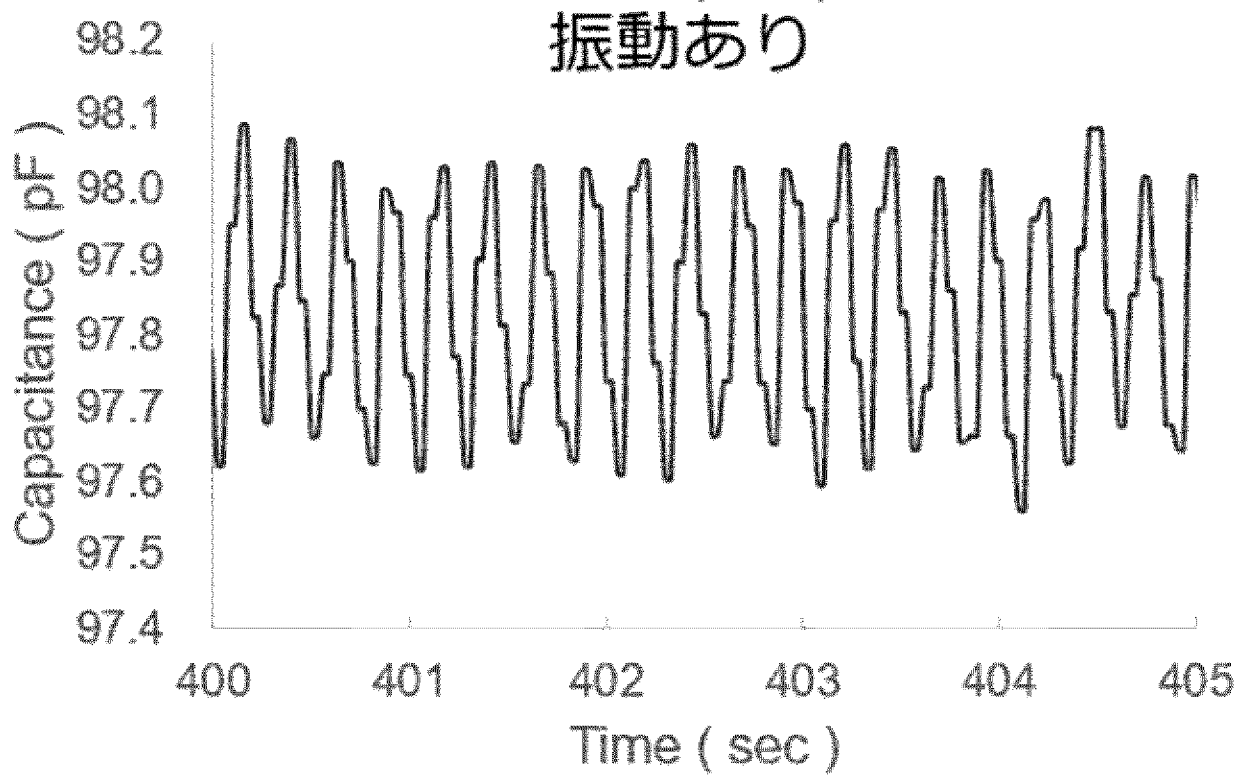
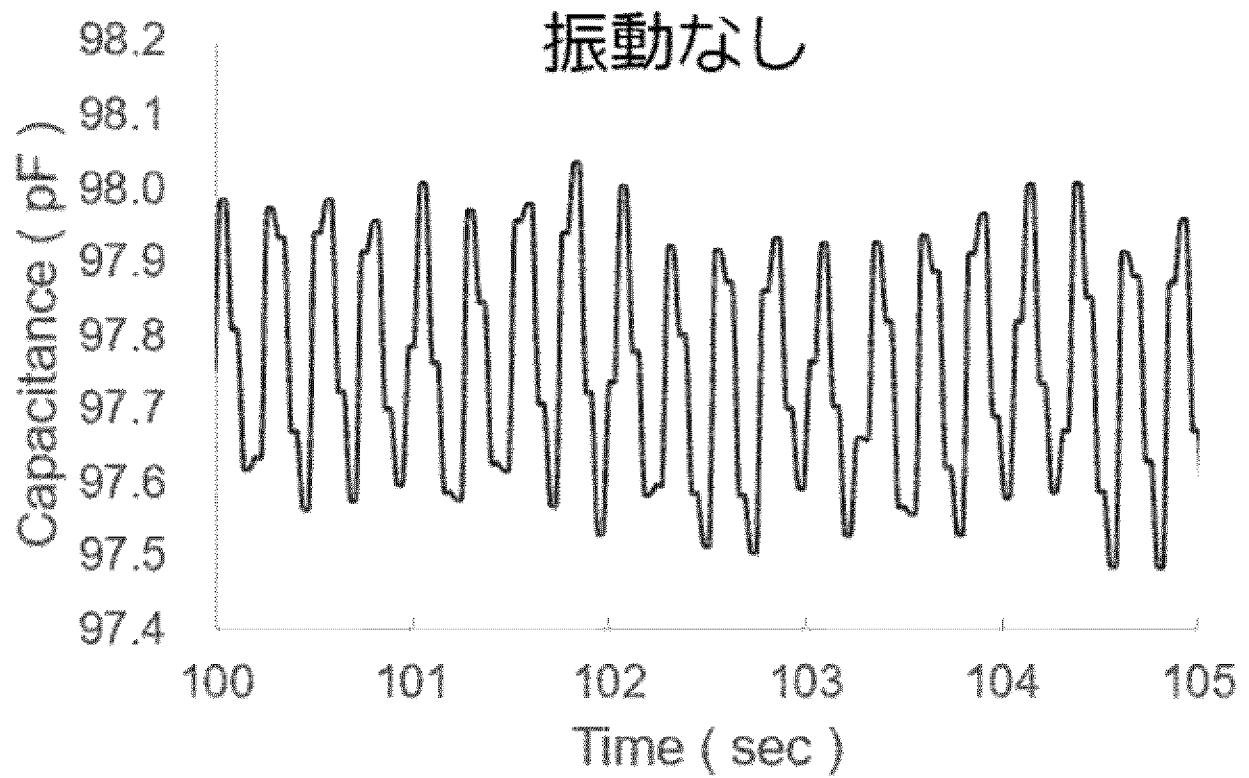
[図8]

図 8



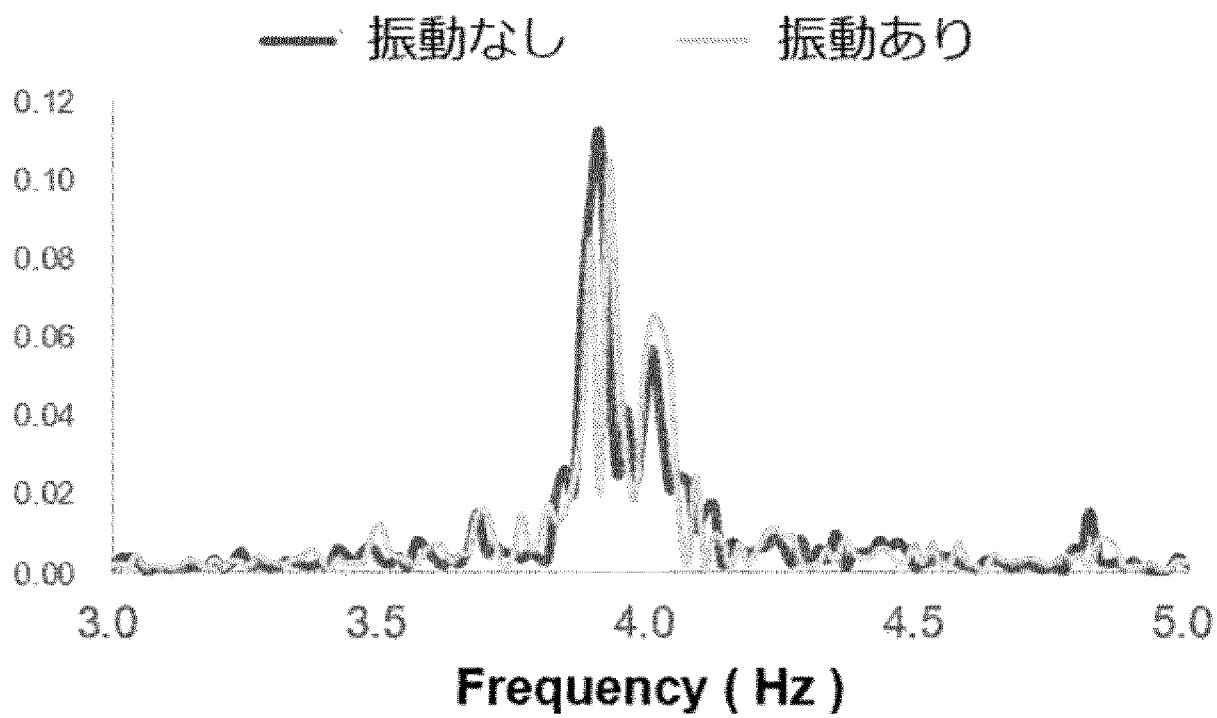
[図9A]

図 9 A



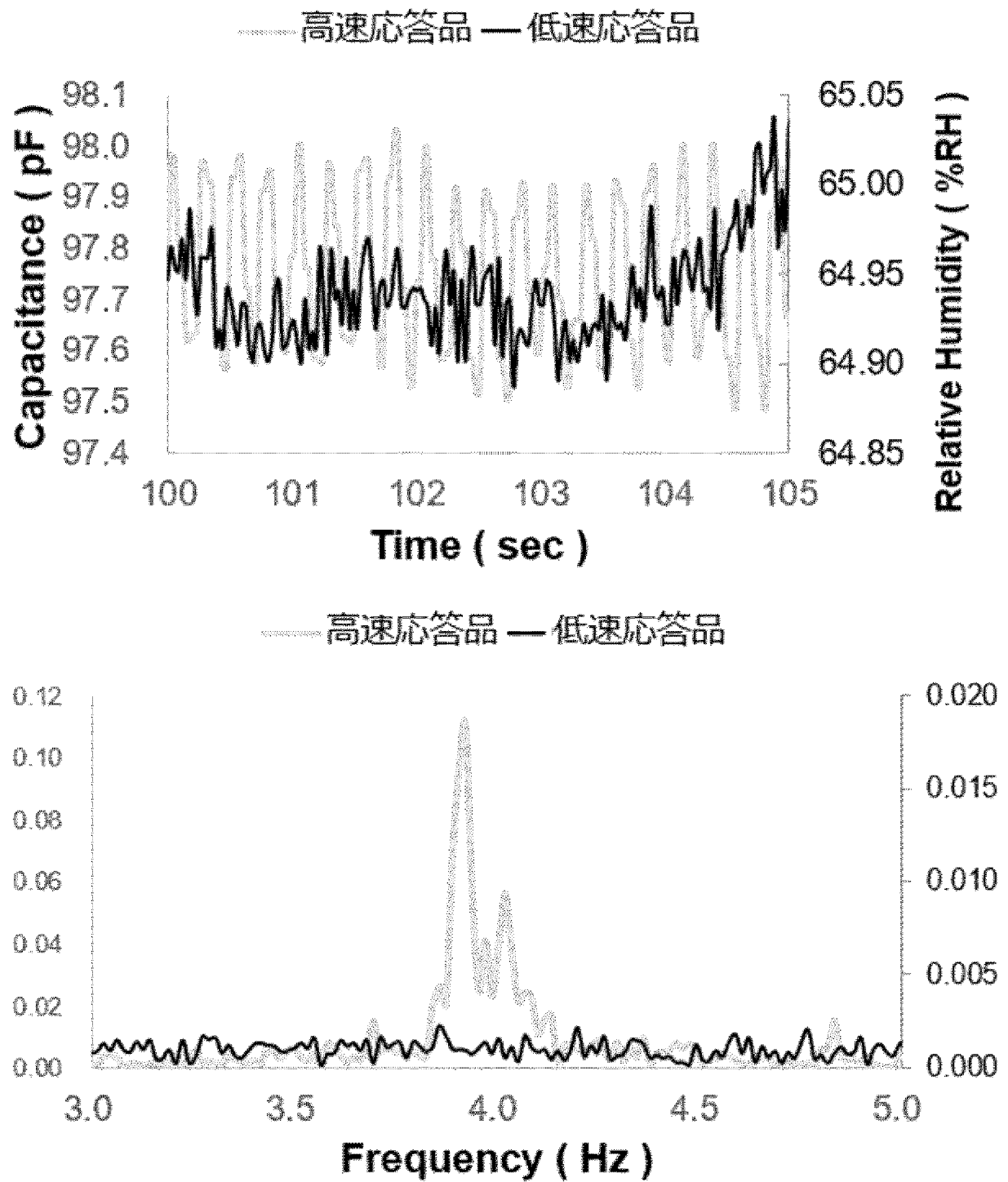
[図9B]

図 9 B



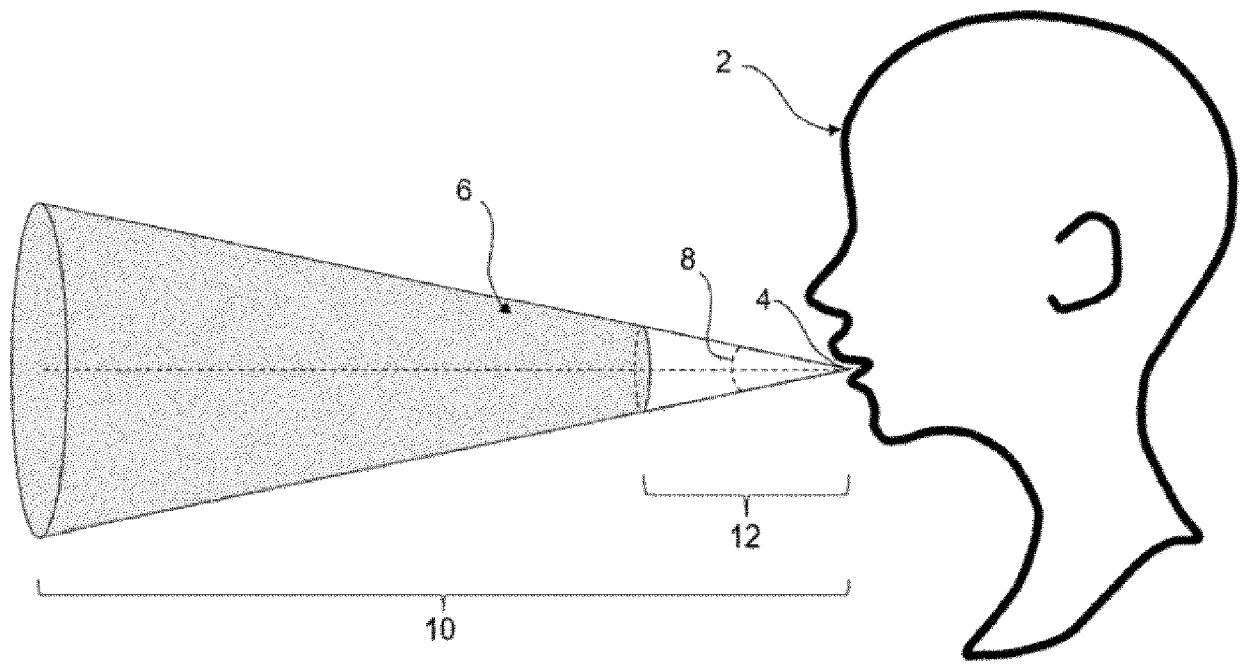
[図10]

図 10



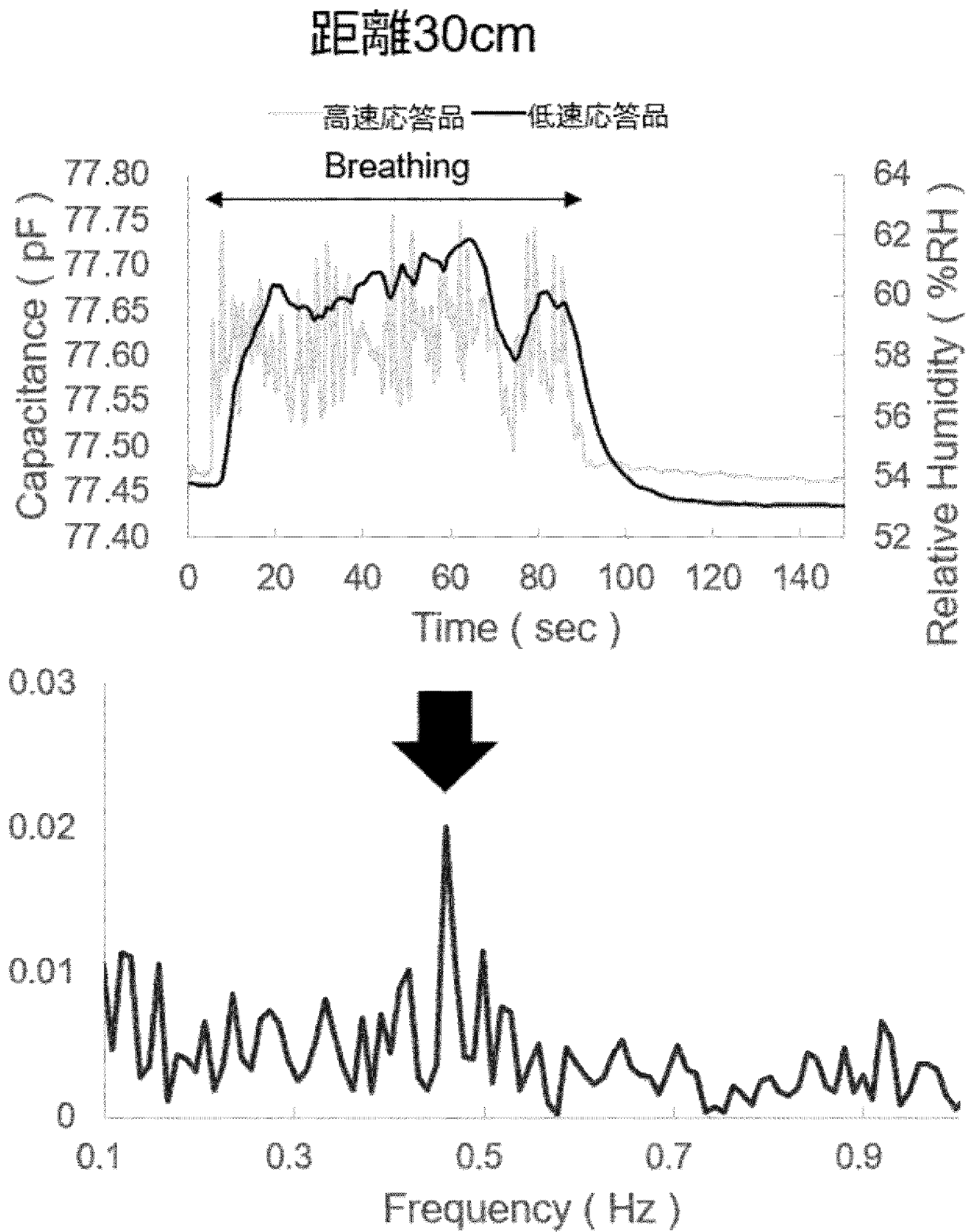
[図11]

図 1 1



[図12]

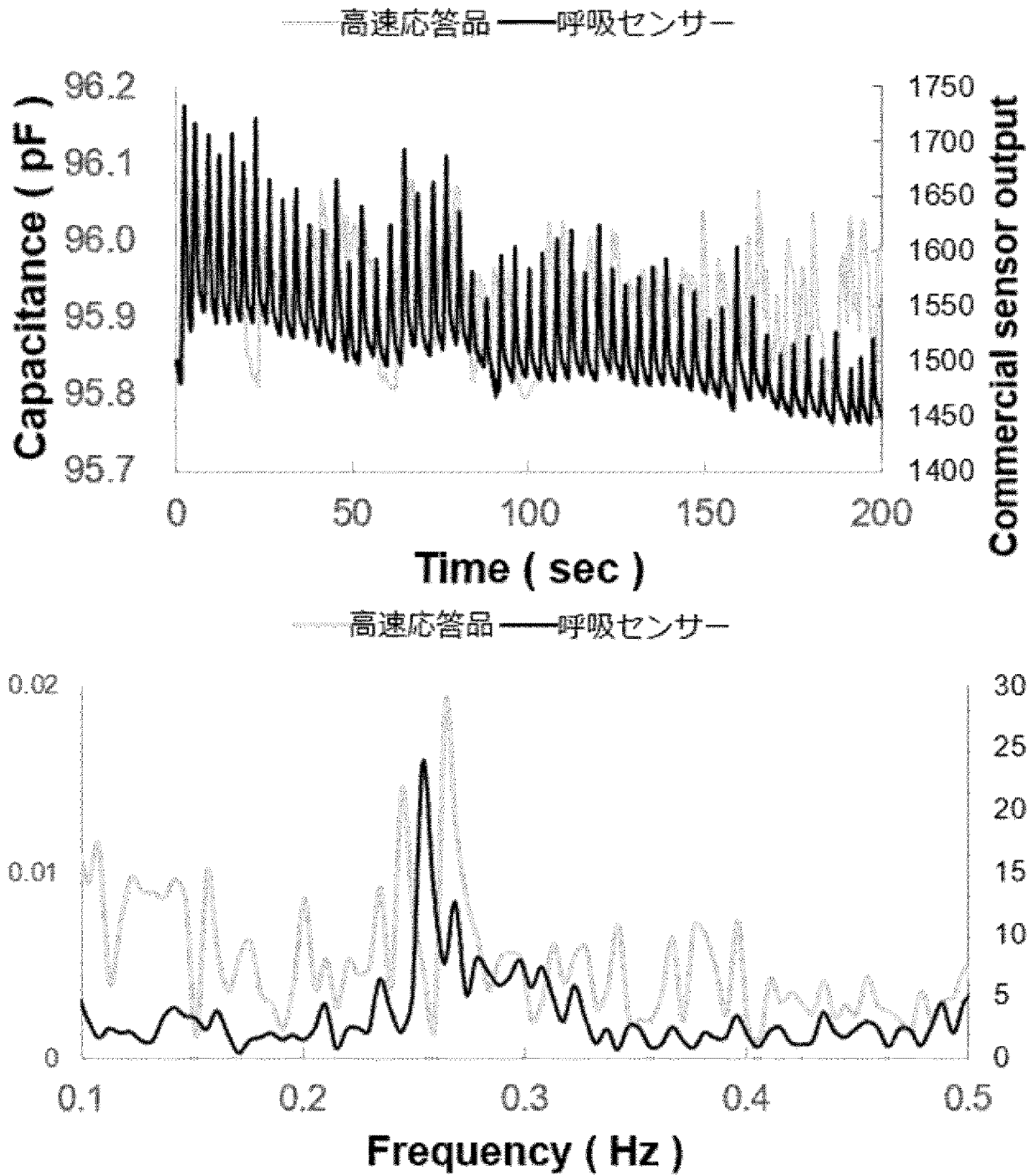
図 1 2



[図13]

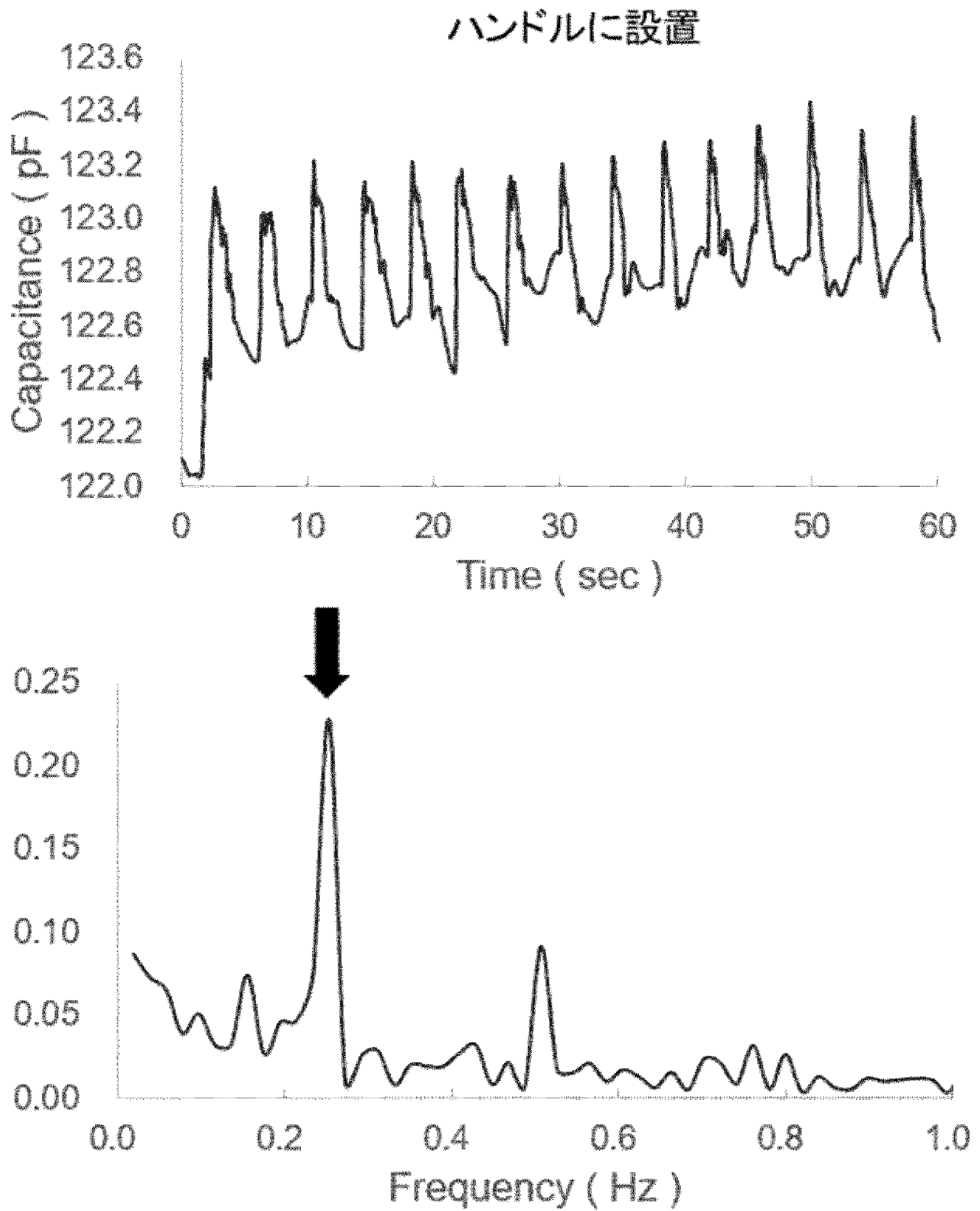
図 13

距離70cm



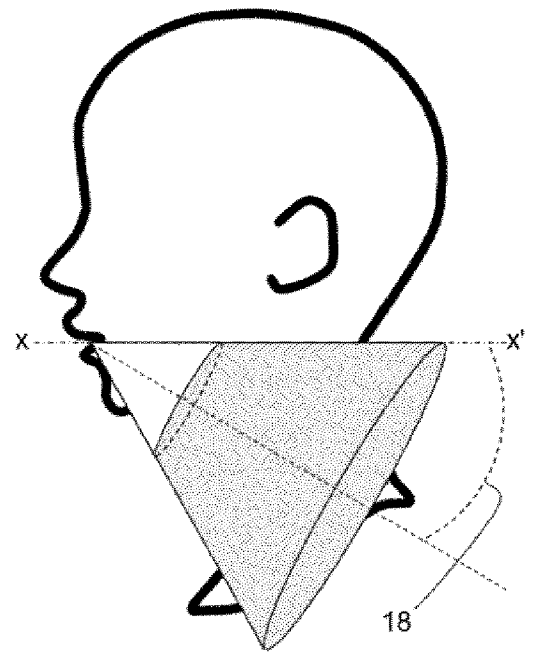
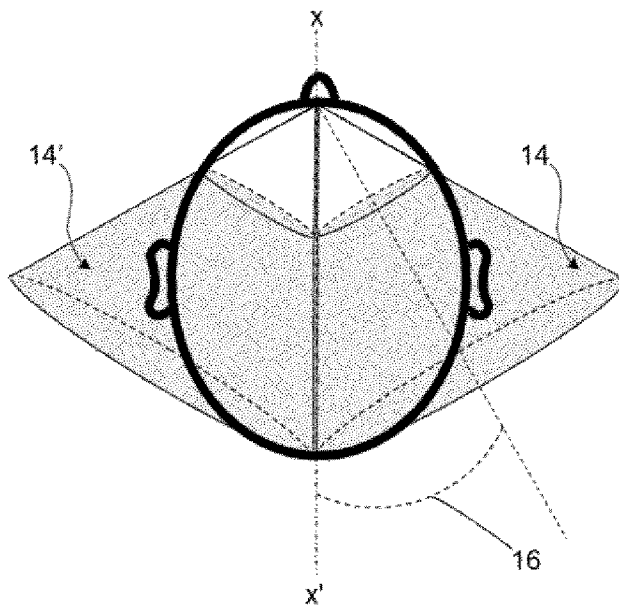
[図14]

図 1 4



[図15]

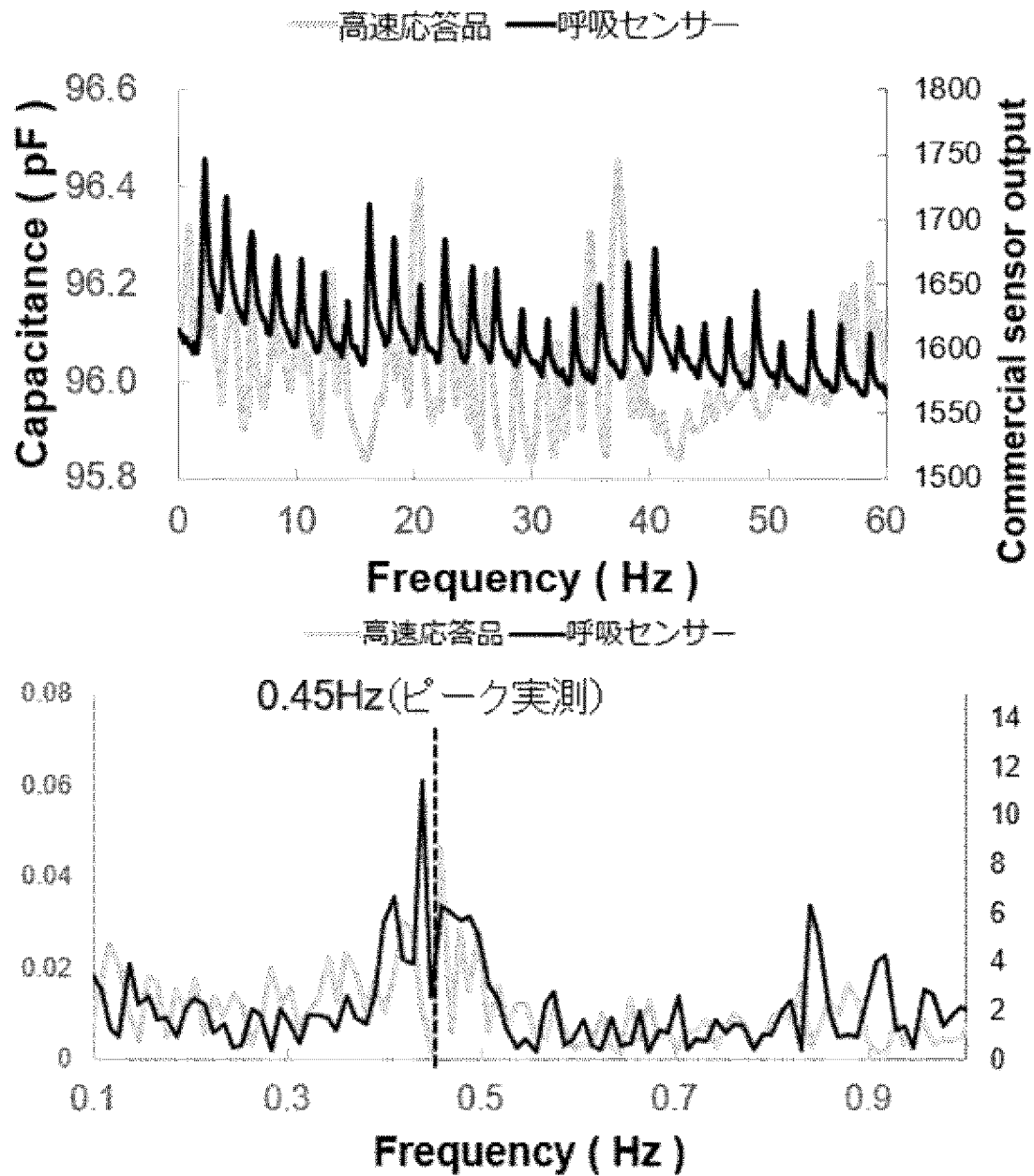
図 15



[図16]

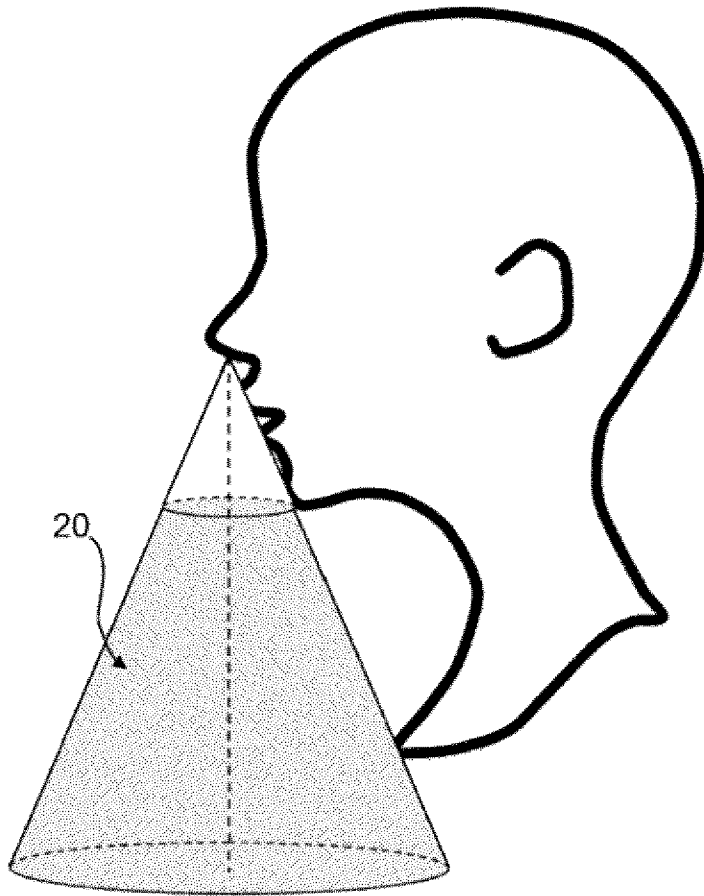
図 16

首



[図17]

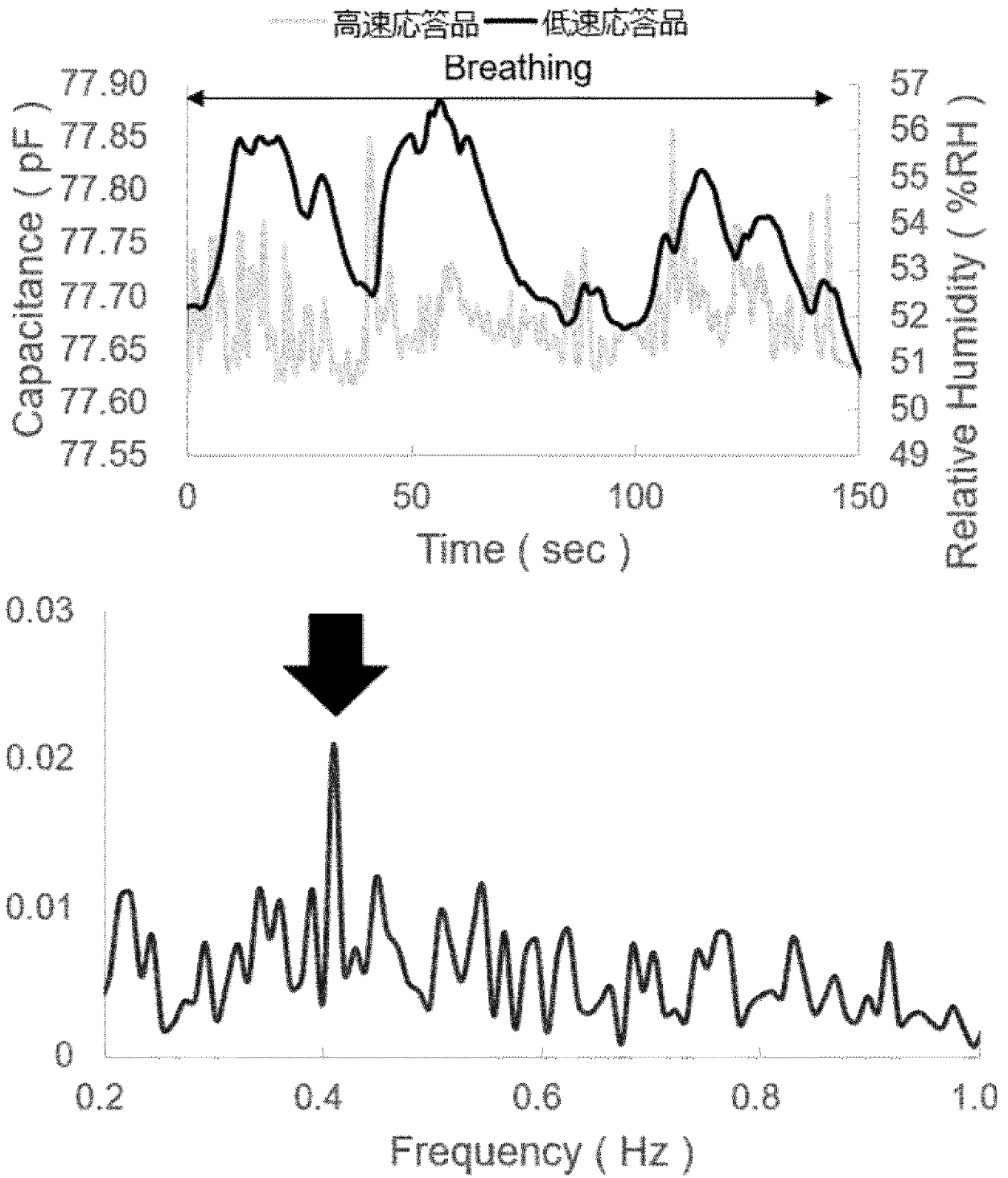
図 17



[図18]

図 18

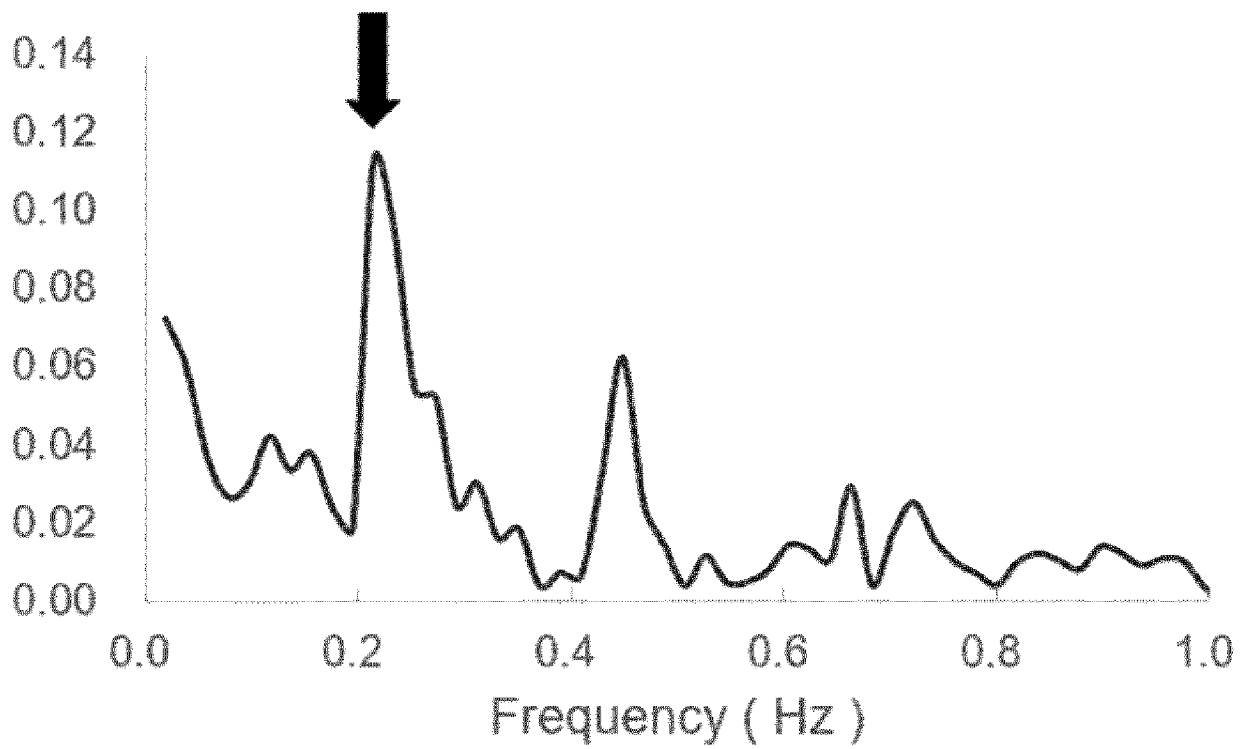
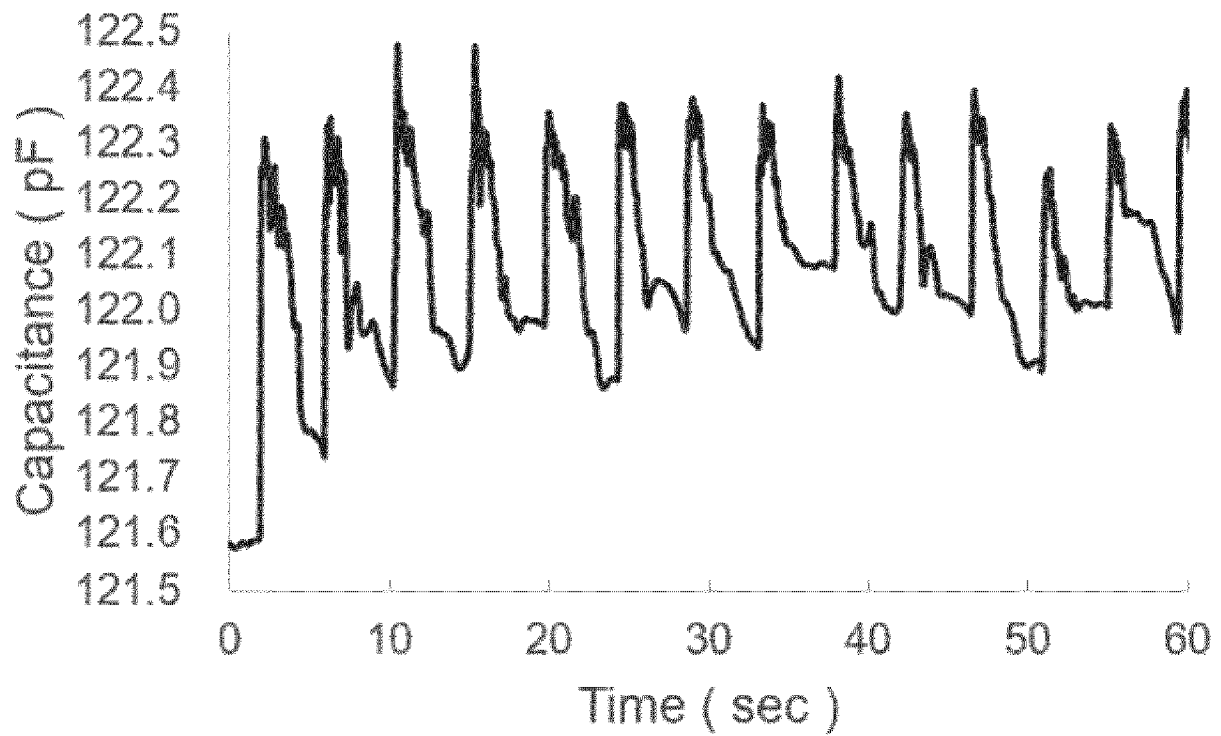
胸骨柄



[図19]

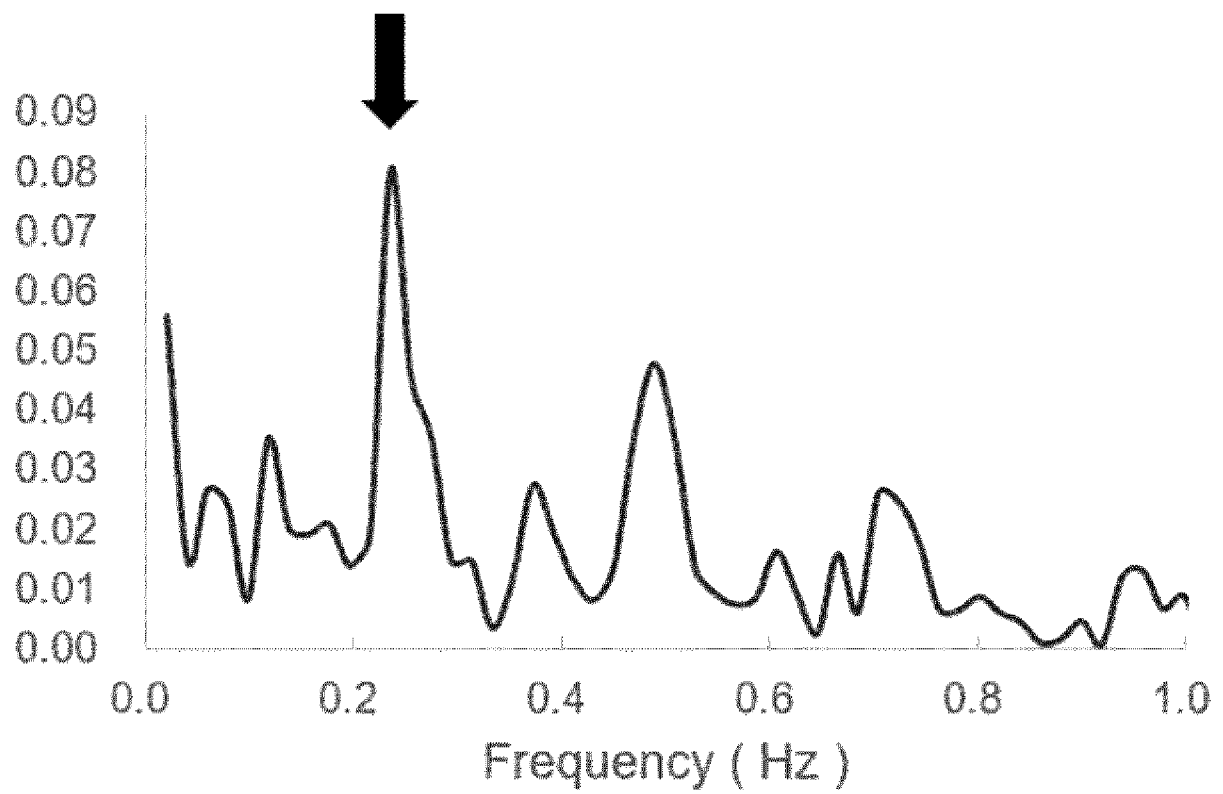
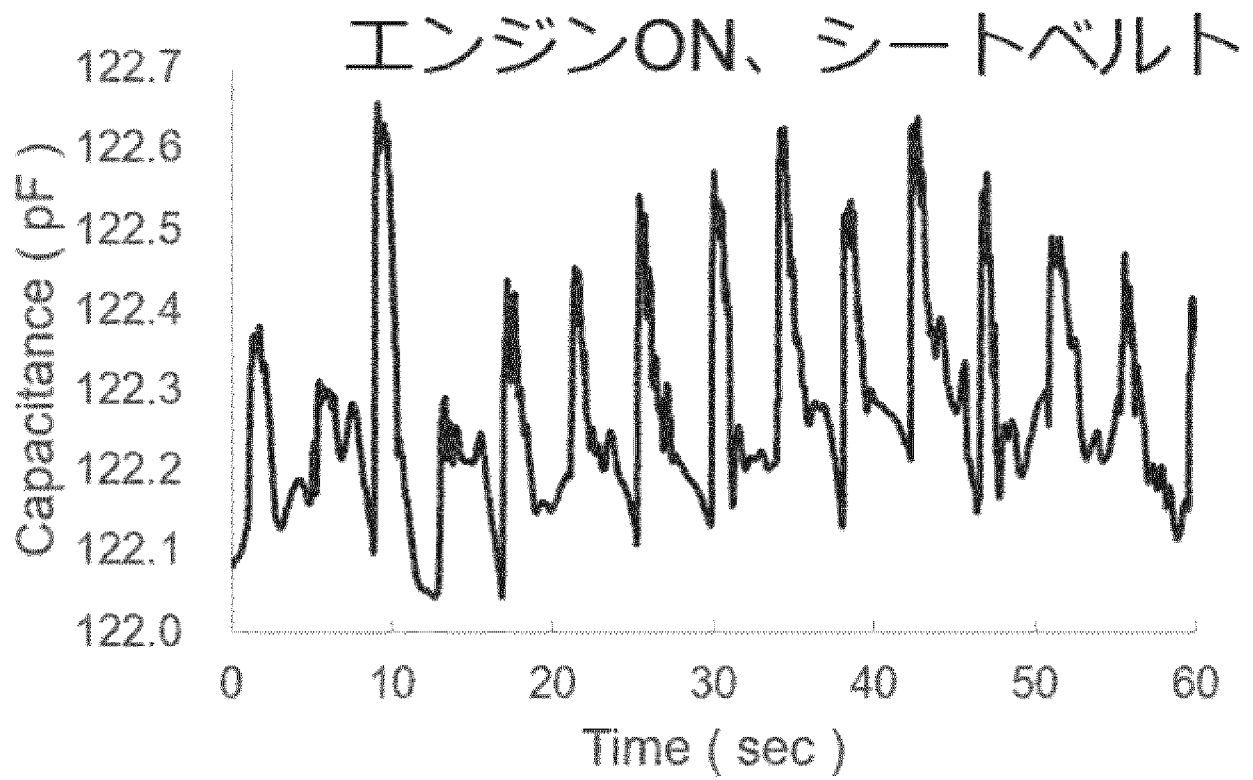
図 19

エンジンOFF、シートベルト



[図20]

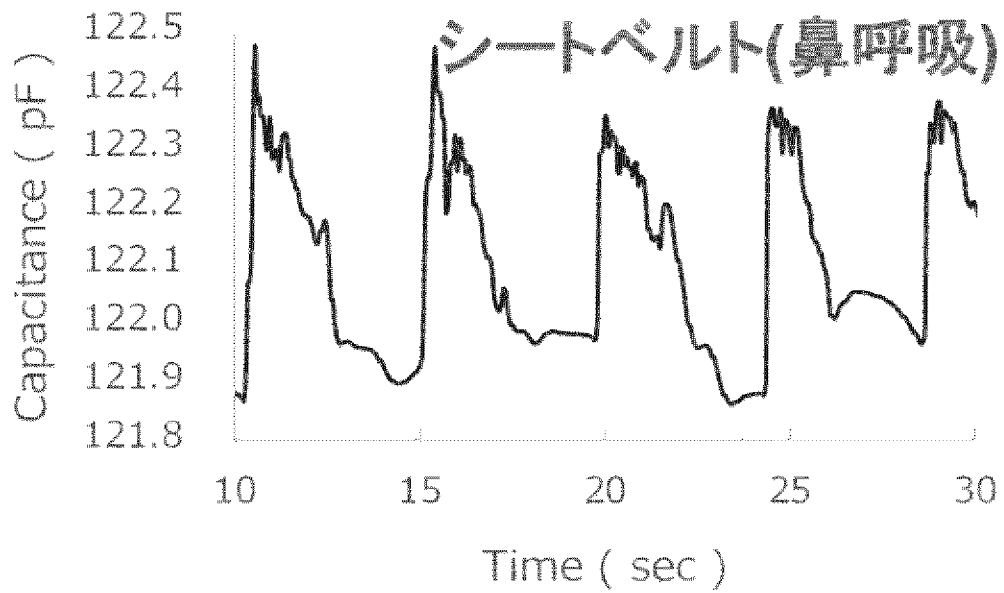
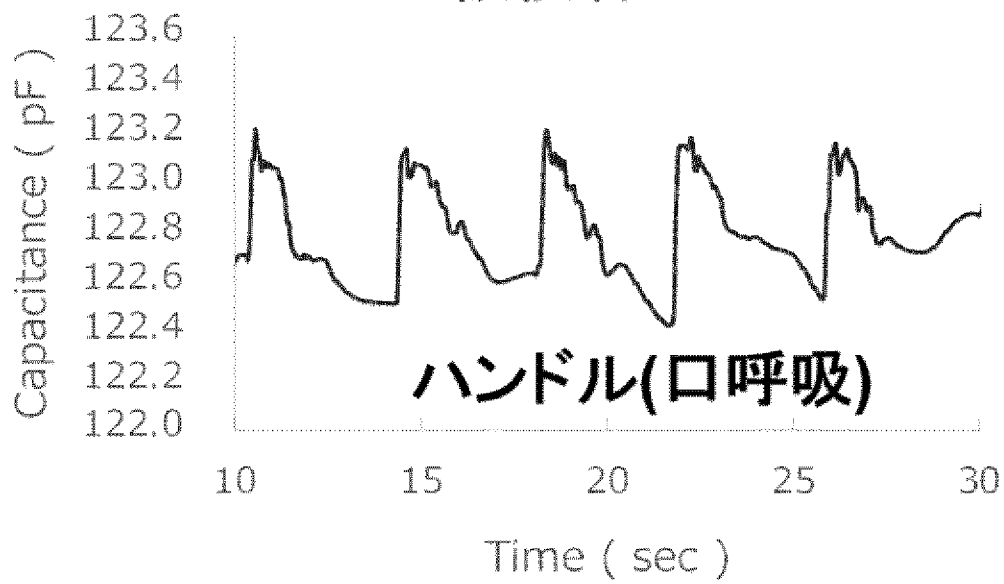
図 20



[図21A]

図 2 1 A

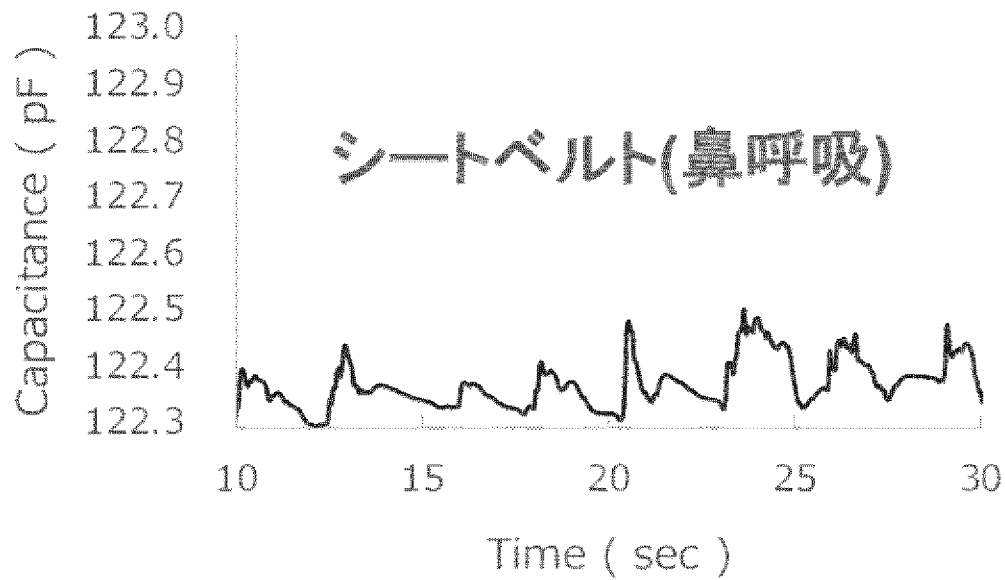
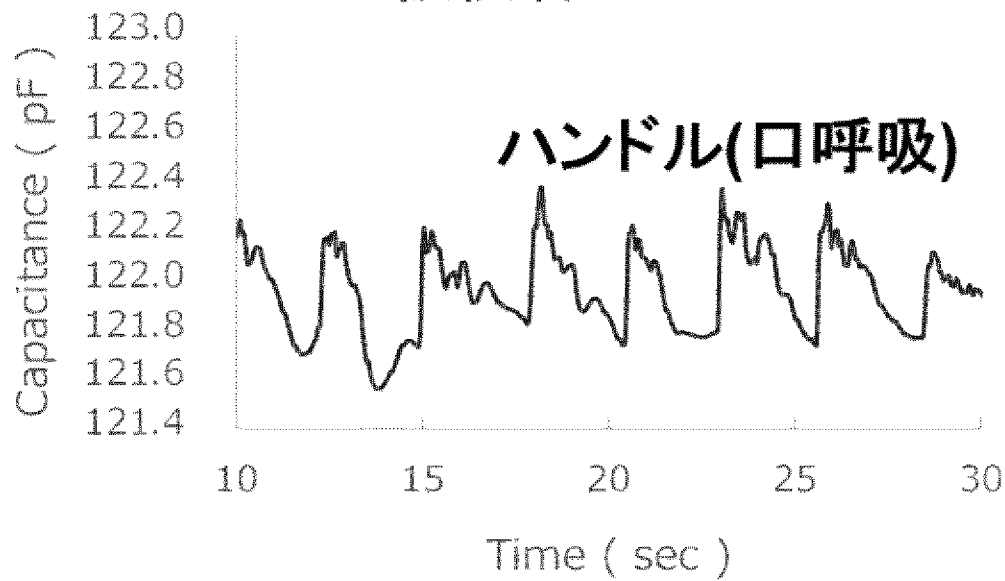
被検者A



[図21B]

図 2 1 B

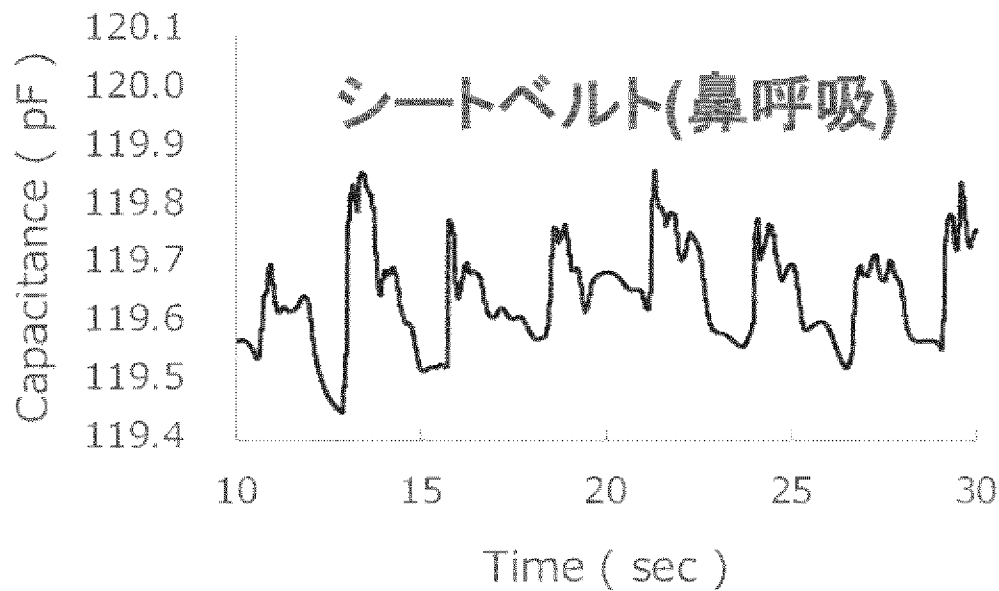
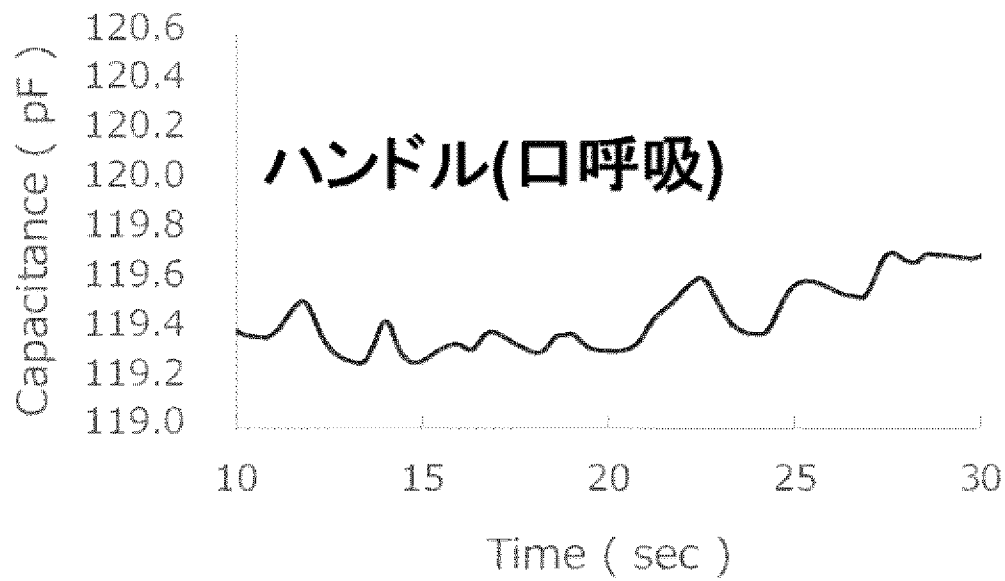
被検者B



[図21C]

図 2 1 C

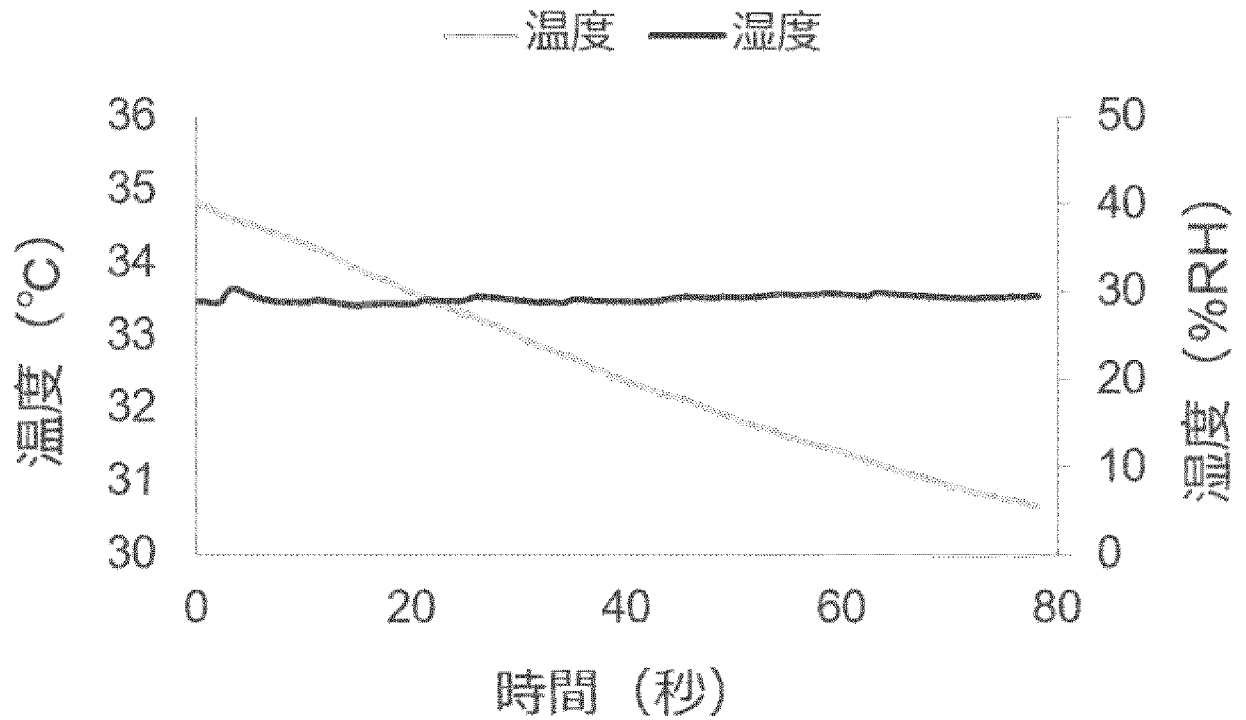
被検者C



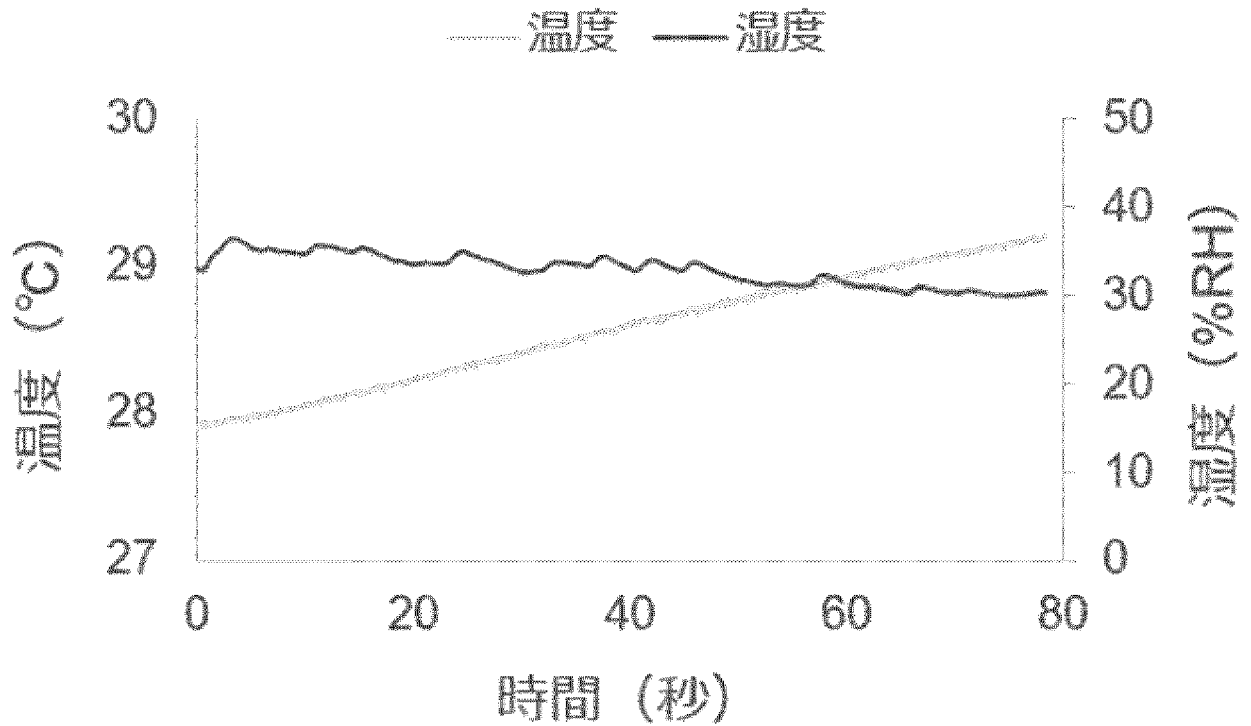
[図22]

図 2 2

エアコンの風が直接当たる場合



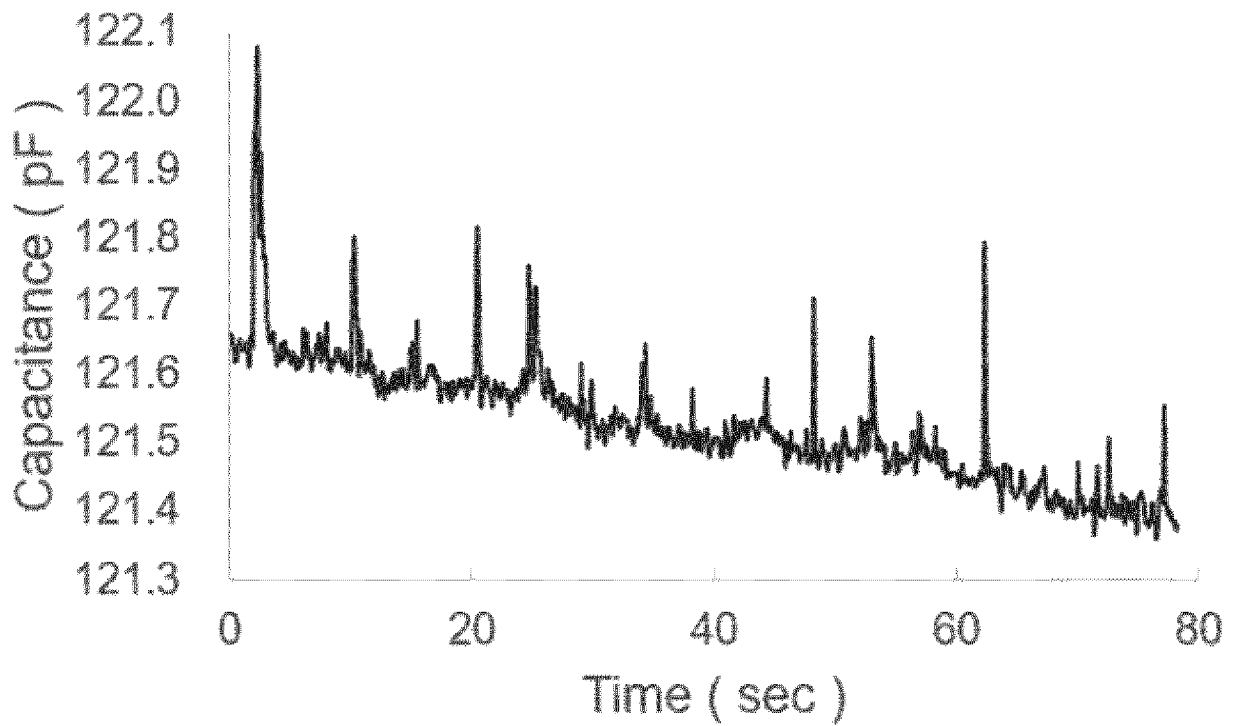
エアコンの風が直接当たらない場合



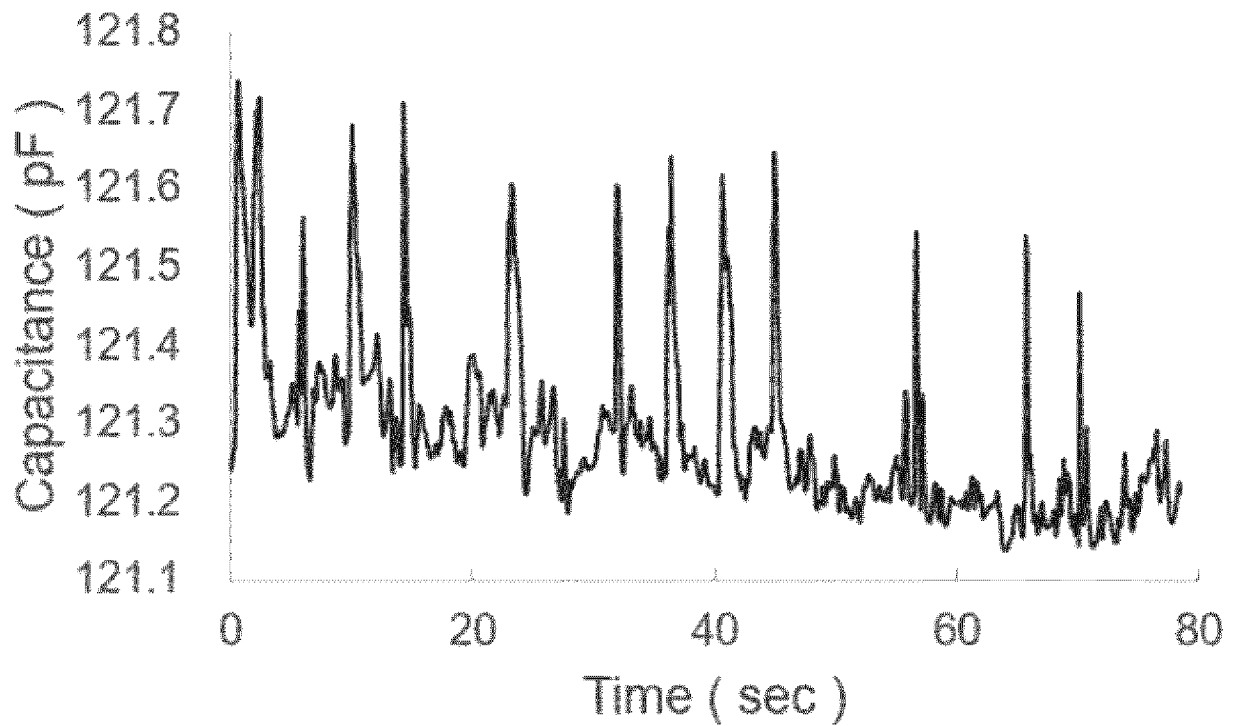
[図23]

図 2 3

エアコンの風が直接当たる場合



エアコンの風が直接当たらない場合



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/009263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 27/22(2006.01)i; **A61B 5/08**(2006.01)i; **A61B 5/11**(2006.01)i; **A61B 5/113**(2006.01)i; **G01N 27/04**(2006.01)i;
G01N 27/12(2006.01)i

FI: G01N27/22 A; G01N27/04 B; G01N27/12 K; A61B5/08; A61B5/11 110; A61B5/113

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)

G01N27/00-G01N27/24; A61B5/00-A61B5/398; C08J9/00-C08J9/42

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2020/166616 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 August 2020 (2020-08-20) entire text	1-27
A	JP 2020-037664 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 12 March 2020 (2020-03-12) entire text	1-27
A	JP 2-253822 A (DAIKEN TRADE & IND CO LTD) 12 October 1990 (1990-10-12) entire text	1-27
A	JP 64-030623 A (DAIKEN TRADE & IND CO LTD) 01 February 1989 (1989-02-01) entire text	1-27
A	JP 2-272352 A (NIBEX CO LTD) 07 November 1990 (1990-11-07) entire text	1-27
A	JP 5-040104 A (ASAHI CHEM IND CO LTD) 19 February 1993 (1993-02-19) entire text	1-27



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

02 May 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/009263

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/025229 A1 (NEWTON1665 CO., LTD.) 11 February 2021 (2021-02-11) entire text	1-27
A	JP 2018-196417 A (UNIV KOBE) 13 December 2018 (2018-12-13) entire text	1-27
A	JP 2018-514436 A (OBSHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTIYU "AUTEX LTD.") 07 June 2018 (2018-06-07) entire text	1-27
A	WO 2019/177002 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 19 September 2019 (2019-09-19) entire text	1-27
A	US 2016/0299095 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 13 October 2016 (2016-10-13) entire text	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/009263

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/166616	A1	20 August 2020	US 2022/0128501 A1	
JP	2020-037664	A	12 March 2020	US 2021/0238422 A1	
JP	2-253822	A	12 October 1990	(Family: none)	
JP	64-030623	A	01 February 1989	(Family: none)	
JP	2-272352	A	07 November 1990	(Family: none)	
JP	5-040104	A	19 February 1993	(Family: none)	
WO	2021/025229	A1	11 February 2021	JP 2022-543663 A	
JP	2018-196417	A	13 December 2018	(Family: none)	
JP	2018-514436	A	07 June 2018	WO 2016/167690 A2	
WO	2019/177002	A1	19 September 2019	(Family: none)	
US	2016/0299095	A1	13 October 2016	EP 3078964 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 27/22(2006.01)i; A61B 5/08(2006.01)i; A61B 5/11(2006.01)i; A61B 5/113(2006.01)i; G01N 27/04(2006.01)i; G01N 27/12(2006.01)i FI: G01N27/22 A; G01N27/04 B; G01N27/12 K; A61B5/08; A61B5/11 110; A61B5/113		
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）） G01N27/00-G01N27/24; A61B5/00-A61B5/398; C08J9/00-C08J9/42 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	W0 2020/166616 A1（国立研究開発法人産業技術総合研究所）20.08.2020（2020 - 08 - 20） 全文	1-27
A	JP 2020-037664 A（信越化学工業株式会社）12.03.2020（2020 - 03 - 12） 全文	1-27
A	JP 2-253822 A（大建工業株式会社）12.10.1990（1990 - 10 - 12） 全文	1-27
A	JP 64-030623 A（大建工業株式会社）01.02.1989（1989 - 02 - 01） 全文	1-27
A	JP 2-272352 A（ニベックス株式会社）07.11.1990（1990 - 11 - 07） 全文	1-27
A	JP 5-040104 A（旭化成工業株式会社）19.02.1993（1993 - 02 - 19） 全文	1-27
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 02.05.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 村田 顕一郎 2W 5711 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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	WO 2021/025229 A1 (NEWTON1665 CO., LTD.) 11.02.2021 (2021 - 02 - 11) 全文	1-27
A	JP 2018-196417 A (国立大学法人神戸大学) 13.12.2018 (2018 - 12 - 13) 全文	1-27
A	JP 2018-514436 A (オブチェストヴォ エス オグラニチェンノイ オトヴェツトヴェ ンノスチュ “オーテックス リミテッド”) 07.06.2018 (2018 - 06 - 07) 全文	1-27
A	WO 2019/177002 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 19.09.2019 (2019 - 09 - 19) 全文	1-27
A	US 2016/0299095 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 13.10.2016 (2016 - 10 - 13) 全文	1-27

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/009263

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/166616	A1	20.08.2020	US	2022/0128501	A1	
JP	2020-037664	A	12.03.2020	US	2021/0238422	A1	
JP	2-253822	A	12.10.1990	(ファミリーなし)			
JP	64-030623	A	01.02.1989	(ファミリーなし)			
JP	2-272352	A	07.11.1990	(ファミリーなし)			
JP	5-040104	A	19.02.1993	(ファミリーなし)			
WO	2021/025229	A1	11.02.2021	JP	2022-543663	A	
JP	2018-196417	A	13.12.2018	(ファミリーなし)			
JP	2018-514436	A	07.06.2018	WO	2016/167690	A2	
WO	2019/177002	A1	19.09.2019	(ファミリーなし)			
US	2016/0299095	A1	13.10.2016	EP	3078964	A1	