

(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
2014年1月30日(30.01.2014)



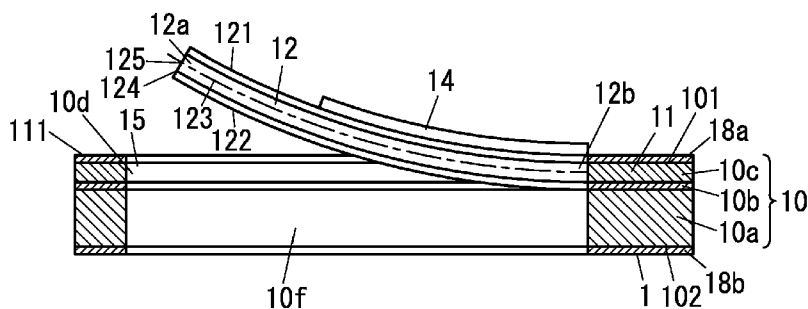
(10) 国際公開番号
WO 2014/016985 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 5/02 (2006.01) G01F 1/20 (2006.01)
F24F 11/047 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/001512
 - (22) 国際出願日: 2013年3月8日(08.03.2013)
 - (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 2012-163843 2012年7月24日(24.07.2012) JP
 - (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
 - (72) 発明者: 小川 純矢 (OGAWA, Junya). 後藤 浩嗣 (GOTO, Koji). 中川 貴司 (NAKAGAWA, Takashi). 野村 建太郎 (NOMURA, Kentaro). 柳生 博之 (YAGYU, Hiroyuki).
 - (74) 代理人: 西川 恵清, 外 (NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田1丁目12番17号梅田スクエアビル9階 北斗特許事務所 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FLOW SENSOR AND AIR CONDITIONING MANAGEMENT SYSTEMS USING SAME

(54) 発明の名称: フローセンサおよびそれを用いた空調管理システム

[図2C]



(57) Abstract: A flow sensor comprises a piezoelectric transducer provided with a piezoelectric transducing part in a self-oscillating cantilever portion that receives a fluid, and a detector to detect an electric signal output from the piezoelectric transducing part.

(57) 要約: フローセンサは、流体を受けて自励振動するカンチレバー部に圧電変換部が設けられた圧電変換装置と、圧電変換部から出力される電気信号を検知する検知部とを備える。



WO 2014/016985 A1

明 細 書

発明の名称：フローセンサおよびそれを用いた空調管理システム
技術分野

[0001] 本発明は、フローセンサおよびそれを用いた空調管理システムに関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、ブリッジ回路を有する流量センサとしては、ヒータを用いた熱式フローセンサが知られている（例えば、日本国公開特許第2002-310762号公報（以下「文献1」という））。

[0003] 文献1には、ブリッジ回路に用いる抵抗を、ヒータ、測温抵抗体、温度センサと同一の半導体基板上に集積化した構成の熱式フローセンサが記載されている。

[0004] また、従来から、風力によって圧電素子を振動させる発電手段を風速検知のセンサとして利用することが提案されている（例えば、日本国公開特許第2010-106809号公報（以下「文献2」という））。

[0005] 上述の発電手段は、例えば、図15に示すように、圧電素子110と、圧電素子110が固着された保持体140と、受風翼120と、受風翼120を圧電素子110に接続して受風翼120の振動運動等を圧電素子110に伝達する接続体130とを備えている。なお、図15の発電手段は、1個の保持体140に対して、圧電素子110、受風翼120および接続体130の各々を8個ずつ備えている。

[0006] 圧電素子110は、ステンレスのシム板を2枚のPZT系セラミックス板で挟んだ圧電バイモルフ素子である。

[0007] 文献2には、発生電圧と平均風速との関係として図16が例示され、平均風速が7m/sec程度までは発生電圧が増加し、平均風速が7m/secを超えると発生電圧が減少する旨が記載されている。

[0008] また、文献2には、例えば、風力によって圧電素子を振動させる発電手段

と、この発電手段で発電された電気エネルギーを蓄える蓄電手段と、蓄電手段からの電力が間欠的に供給される電気回路とを備えた圧電発電モジュールが記載されている。また、文献2には、上述の圧電発電モジュールからの電力が供給されて、間欠的に風速のデータ送信を行う無線送信モジュールを含む無線送信システムが記載されている。また、文献2には、上述の無線送信モジュールと送信シグナルの受信機とを含む風速監視システムが記載されている。

[0009] ところで、熱式フローセンサは、ヒータに電流を流す必要があり、低消費電力化が難しい。

[0010] また、上述の発電手段は、カルマン渦が発生することで、圧電素子110へ持続した振動を与えることができるものと推測される。しかしながら、上述の発電手段では、圧電素子110以外にも、保持体140、接続体130および受風翼120を備えている必要があり、圧電素子110に比べて発電手段が大型化してしまう。このため、上述の発電手段を風速検知のセンサとして利用する場合には、風速検知のセンサの小型化が難しい。

発明の開示

[0011] 本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、低消費電力化および小型化が可能なフローセンサおよびそれを用いた空調管理システムを提供することにある。

[0012] 本発明のフローセンサは、流体を受けて自励振動するカンチレバー部に圧電変換部が設けられた圧電変換装置と、前記圧電変換部から出力される電気信号を検知する検知部とを備えることを特徴とする。

[0013] このフローセンサにおいて、前記圧電変換装置は、棒状の支持部と、前記支持部に揺動自在に支持された前記カンチレバー部と、前記カンチレバー部に設けられた前記圧電変換部と、前記支持部と前記カンチレバー部との間に設けられ前記支持部の厚み方向に沿って前記流体が通過可能な流路とを備え、前記カンチレバー部の先端部を、前記カンチレバー部の基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることが好ましい。

- [0014] このフローセンサにおいて、前記圧電変換部は、前記カンチレバー部の厚み方向の一面側において前記一面側から順に第1電極、圧電薄膜、第2電極を有し、前記圧電薄膜の内部応力によって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることが好ましい。
- [0015] このフローセンサにおいて、前記圧電変換部は、前記カンチレバー部の厚み方向の一面側において前記一面側から順に第1電極、圧電薄膜、第2電極を有し、前記カンチレバー部の前記一面側に設けられた応力制御膜によって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることが好ましい。
- [0016] このフローセンサにおいて、前記圧電変換部は、第1電極、圧電薄膜、第2電極を順に有し、前記圧電薄膜が前記カンチレバー部を兼ねることによって、前記圧電変換部は、前記カンチレバー部に設けられていることが好ましい。
- [0017] このフローセンサにおいて、前記圧電変換装置は、前記支持部の一表面上に設けられた取付台部をさらに備え、前記取付台部が前記圧電変換部を所望の角度で傾けて配置することによって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることが好ましい。
- [0018] このフローセンサにおいて、前記支持部は、前記流路の断面積が当該支持部の厚み方向の両側で当該厚み方向の中間よりも広くなる形状に形成されていることが好ましい。
- [0019] このフローセンサにおいて、前記圧電変換装置は、前記支持部、前記カンチレバー部、前記圧電変換部および前記流路を含む圧電変換素子と、前記圧電変換素子が収納される収納部材とをさらに備え、前記収納部材には、前記流体が流入する流入口と、前記流体が流出する流出口とが設けられ、前記圧電変換素子は、前記流入口と前記流出口との間に配置され、前記収納部材は、前記流入口から前記圧電変換素子に近づくにつれて開口面積が小さくなり

、前記圧電変換素子から前記流出口に近づくにつれて開口面積が大きくなる形状に形成されていることが好ましい。

[0020] このフローセンサにおいて、前記検知部での検知結果を含む無線信号の送信を間欠的に行う無線送信部をさらに備えることが好ましい。

[0021] このフローセンサにおいて、前記圧電変換装置で発生する交流電圧を整流して蓄電する蓄電部と、切替回路とをさらに備え、前記切替回路は、前記圧電変換部と前記蓄電部とを電氣的に接続する第1状態と、前記圧電変換部と前記検知部とを電氣的に接続する第2状態とを切り替え可能であり、前記検知部および前記無線送信部は、前記蓄電部を電源として動作可能であることが好ましい。

[0022] 本発明の空調管理システムは、前記フローセンサと、空調機とを備え、前記フローセンサが前記空調機の給気ダクトもしくは排気ダクトの内部に配置され、前記空調機は、前記無線送信部からの前記無線信号を受信する無線受信部を備え、前記無線受信部で受信した前記無線信号に基づいて前記流体の流量もしくは流速が目標値となるようにファンの運転状態を制御することを特徴とする。

[0023] 本発明の空調管理システムにおいて、前記空調機の給気ダクトもしくは排気ダクトの内部に配置され、棒状の支持部と前記カンチレバー部との間に設けられ前記支持部の厚み方向に沿って前記流体が通過可能な流路を通る前記流体の流量を増大させるように前記流体の流れを制御する流体制御部をさらに備えることが好ましい。

[0024] 本発明のフローセンサにおいては、低消費電力化および小型化が可能となる。

[0025] 本発明の空調管理システムにおいては、低消費電力化および小型化が可能なフローセンサを備えた空調管理システムを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0026] 本発明の好ましい実施形態をより詳細に記載する。本発明の他の特徴および利点は、以下の詳細な記載および添付図面に関連して一層よく理解される

ものである。

[図1]実施形態1のフローセンサの概略構成図である。

[図2A]実施形態1における圧電変換装置の概略平面図である。

[図2B]図2AのA-A概略断面図である。

[図2C]図2AのB-B概略断面図である。

[図2D]図2Aの要部断面図である。

[図3]実施形態1のフローセンサの特性説明図である。

[図4]実施形態1のフローセンサの特性説明図である。

[図5]実施形態1のフローセンサの他の構成例の概略構成図である。

[図6]実施形態1における空調管理システムの概略構成図である。

[図7A]実施形態2における圧電変換装置の概略平面図である。

[図7B]図7AのA-A概略断面図である。

[図7C]図7AのB-B概略断面図である。

[図7D]図7Aの要部断面図である。

[図8]実施形態3における圧電変換装置の概略断面図である。

[図9A]実施形態4における圧電変換装置の概略平面図である。

[図9B]図9AのA-A概略断面図である。

[図9C]図9AのB-B概略断面図である。

[図9D]図9Aの要部断面図である。

[図10A]実施形態5における圧電変換装置の概略断面図である。

[図10B]実施形態5における圧電変換装置の他の概略断面図である。

[図11A]実施形態6における圧電変換装置の概略断面図である。

[図11B]実施形態6における圧電変換装置の他の概略断面図である。

[図12]実施形態7の空調管理システムの要部説明図である。

[図13]実施形態8の空調管理システムの要部説明図である。

[図14]実施形態9のフローセンサの概略構成図である。

[図15]従来例における発電手段を模式的に示す説明図である。

[図16]従来例における起電力（発生電圧）の風速依存性の一例を示す説明図

である。

発明を実施するための最良の形態

[0027] (実施形態 1)

以下では、本実施形態のフローセンサ A 1 について図 1 および図 2 A ~ 2 D に基づいて説明する。

[0028] フローセンサ A 1 は、流体を受けて自励振動するカンチレバー部 1 2 に圧電変換部 1 4 が設けられた圧電変換装置 1 と、圧電変換部 1 4 から出力される電気信号を検知する検知部 2 とを備える。

[0029] 圧電変換装置 1 は、棒状の支持部 1 1 と、支持部 1 1 に揺動自在に支持されたカンチレバー部 1 2 と、カンチレバー部 1 2 に設けられた圧電変換部 1 4 とを備えている。また、圧電変換装置 1 は、支持部 1 1 とカンチレバー部 1 2 との間に設けられ支持部 1 1 の厚み方向 (図 2 B, 2 C の上下方向) に沿って流体が通過可能な流路 1 5 を備えている。また、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a を、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れる向きにずらしてある。すなわち、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a は、支持部 1 1 の厚み方向において、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れている。圧電変換装置 1 では、カンチレバー部 1 2 の自励振動によって圧電変換部 1 4 が交流電圧を発生する。圧電変換装置 1 は、この交流電圧に応じた電気信号を圧電変換部 1 4 から出力する。

[0030] 次に、圧電変換装置 1 の各構成要素について詳細に説明する。

[0031] 圧電変換装置 1 は、MEMS (micro electro mechanical systems) の製造技術を利用して製造されている。

[0032] 圧電変換装置 1 は、支持部 1 1 とカンチレバー部 1 2 とが、基板 1 0 から形成されている。圧電変換装置 1 は、基板 1 0 の一表面 (第 1 表面) 1 0 1 の一部としてカンチレバー部 1 2 が形成されている。また、圧電変換装置 1 では、圧電変換部 1 4 が、基板 1 0 にモノリシックに形成されている。

[0033] 基板 1 0 としては、シリコン基板 1 0 a 上のシリコン酸化膜からなる埋込

酸化膜 10b 上にシリコン層 10c が形成された SOI 基板を用いている。基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 は、(100) 面としてあるが、これに限らず、例えば、(110) 面でもよい。

[0034] 支持部 11 は、SOI 基板のうちシリコン基板 10a と埋込酸化膜 10b とシリコン層 10c とから形成されている。これに対して、カンチレバー部 12 は、SOI 基板のうち埋込酸化膜 10b とシリコン層 10c とから形成されており、支持部 11 に比べて薄肉であり、可撓性を有している。このカンチレバー部 12 は、弾性を有している。

[0035] 圧電変換装置 1 では、基板 10 と圧電変換部 14 とが、基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側に形成されたシリコン酸化膜からなる第 1 の絶縁膜 18a によって、電氣的に絶縁されている。また、圧電変換装置 1 は、基板 10 の他表面（第 2 表面）102 側に、シリコン酸化膜からなる第 2 の絶縁膜 18b が形成されている。第 1 の絶縁膜 18a および第 2 の絶縁膜 18b は、熱酸化法により形成してある。第 1 の絶縁膜 18a および第 2 の絶縁膜 18b の形成方法は、熱酸化法に限らず、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法などでもよい。ただし、第 2 の絶縁膜 18b は、必ずしも設ける必要はない。

[0036] 上述の基板 10 は、SOI 基板に限らず、単結晶のシリコン基板や多結晶のシリコン基板、酸化マグネシウム (MgO) 基板、金属基板、ガラス基板、ポリマー基板などであってもよい。基板 10 として、MgO 基板やガラス基板やポリマー基板などの絶縁性基板を用いる場合、第 1 の絶縁膜 18a および第 2 の絶縁膜 18b は必ずしも設ける必要はない。

[0037] 支持部 11 は、棒状の形状として、矩形棒状の形状を採用することが好ましい。これにより、圧電変換装置 1 の製造時に、支持部 11 およびカンチレバー部 12 の基礎となるウェハ（ここでは、SOI ウェハ）を準備し、このウェハから多数の圧電変換装置 1 を形成する前工程を行い、後工程において個々の圧電変換装置 1 に分離するような製造方法を採用する場合に、ダイシング工程の作業性を向上させることが可能となる。

- [0038] また、支持部 11 は、外周形状が矩形状であることが好ましいが、内周形状については矩形状に限らず、例えば、矩形状以外の多角形状や円形状、楕円形状などの形状でもよい。また、支持部 11 の外周形状は矩形状以外の形状でもよい。
- [0039] 圧電変換装置 1 では、カンチレバー部 12 が、平面視において支持部 11 の内側に配置されている。圧電変換装置 1 では、基板 10 に、カンチレバー部 12 を囲む平面視 U 字状のスリット 10d を形成することによって、カンチレバー部 12 における支持部 11 との連結部位以外の部分が、支持部 11 と空間的に分離されている。これにより、カンチレバー部 12 は、平面視形状が長方形に形成されている。圧電変換装置 1 では、スリット 10d が、流路 15 を構成している。
- [0040] 圧電変換部 14 は、カンチレバー部 12 の厚み方向の一面（第 1 面）121 側（基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側）に形成されている。圧電変換部 14 は、カンチレバー部 12 側から順に、第 1 電極（下部電極）14a、圧電体層（圧電薄膜）14b 及び第 2 電極（上部電極）14c を有している。要するに、圧電変換部 14 は、圧電体層 14b と、この圧電体層 14b を厚み方向の両側から挟んで互いに対向する第 1 電極 14a および第 2 電極 14c とを備えている。
- [0041] したがって、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 12 の振動によって圧電変換部 14 の圧電体層 14b が応力を受け、第 2 電極 14c と第 1 電極 14a とに電荷の偏りが発生し、圧電変換部 14 において交流電圧が発生する。このため、圧電変換装置 1 は、圧電変換部 14 が圧電材料の圧電効果を利用して発電する振動型の発電装置として使用することもできる。
- [0042] 圧電体層 14b の平面形状は、第 1 電極 14a よりも平面サイズがやや小さく、且つ、第 2 電極 14c よりもやや大きな、矩形状に形成されている。ここで、圧電変換装置 1 は、支持部 11 とカンチレバー部 12 とを結ぶ方向（図 2A、2C の左右方向）において、第 1 電極 14a と圧電体層 14b と第 2 電極 14c とが重なっている領域の支持部 11 側の端 14d を、支持部

11とカンチレバー部12との境界112に揃えてある。これにより、圧電変換装置1は、上記領域の支持部11側の端14dが上記境界112よりもカンチレバー部12側にある場合に比べて、カンチレバー部12の振動時に応力が高くなる部分に存在する圧電変換部14の面積を大きくでき、変換効率を向上させることが可能となる。

[0043] 圧電変換部14で発生する交流電圧は、圧電体層14bの振動に応じた正弦波状の交流電圧となる。ここで、圧電変換装置1の圧電変換部14では、流路15を流体が流れることによって発生する自励振動により交流電圧が発生する。圧電変換装置1の共振周波数は、カンチレバー部12と圧電変換部14とからなる可動部の構造パラメータおよび材料により決まる。流路15を流れる流体としては、例えば、空気などがある。

[0044] 圧電変換装置1は、支持部11に、第1電極14aに第1配線部17aを介して電氣的に接続された第1パッド16aと、第2電極14cに第2配線部17cを介して電氣的に接続された第2パッド16cとが設けられている。第1配線部17a、第2配線部17c、第1パッド16aおよび第2パッド16cの材料としては、Auを採用しているが、これに限らず、例えば、Mo、Al、Pt、Irなどでもよい。また、第1配線部17a、第2配線部17c、第1パッド16aおよび第2パッド16cの材料は、同じ材料に限らず、別々の材料を採用してもよい。また、第1配線部17a、第2配線部17c、第1パッド16aおよび第2パッド16cは、単層構造に限らず、2層以上の多層構造でもよい。

[0045] また、圧電変換装置1は、第2配線部17cと第1電極14aとの短絡を防止する絶縁層（図示せず）を設けてある。この絶縁層は、シリコン酸化膜により構成してあるが、シリコン酸化膜に限らず、例えば、シリコン窒化膜により構成してもよい。また、圧電変換装置1は、基板10の材料に応じて、適宜の絶縁膜を設けてもよい。

[0046] 圧電体層14bの圧電材料としては、PZT ($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$) を採用しているが、これに限らず、例えば、PZT-PMN ($\text{Pb}(\text{Mn}, \text{N}$

b) O_3) やその他の不純物を添加した P Z T でもよい。また、圧電材料は、 $A l N$ 、 $Z n O$ 、 $K N N (K_{0.5} N a_{0.5} N b O_3)$ や、 $K N (K N b O_3)$ 、 $N N (N a N b O_3)$ 、 $K N N$ に不純物 (例えば、 $L i$ 、 $N b$ 、 $T a$ 、 $S b$ 、 $C u$ など) を添加したものなどでもよい。なお、本実施形態における圧電変換装置 1 では、圧電体層 1 4 b が、圧電薄膜により構成されている。

[0047] 第 1 電極 1 4 a の材料としては、 $P t$ を採用しているが、これに限らず、例えば、 $A u$ 、 $A l$ 、 $I r$ などでもよい。また、第 2 電極 1 4 c の材料としては、 $A u$ を採用しているが、これに限らず、例えば、 $M o$ 、 $A l$ 、 $P t$ 、 $I r$ などでもよい。

[0048] 圧電変換装置 1 は、第 1 電極 1 4 a の厚みを 500 nm 、圧電体層 1 4 b の厚みを 3000 nm 、第 2 電極 1 4 c の厚みを 500 nm に設定してあるが、これらの数値は一例であって特に限定するものではない。

[0049] 圧電変換装置 1 は、基板 1 0 と第 1 電極 1 4 a との間に緩衝層を設けた構造でもよい。緩衝層の材料は、圧電体層 1 4 b の圧電材料に応じて適宜選択すればよく、圧電体層 1 4 b の圧電材料が P Z T の場合、例えば、 $S r R u O_3$ 、 $(P b, L a) T i O_3$ 、 $P b T i O_3$ 、 $M g O$ 、 $L a N i O_3$ などを採用することが好ましい。また、緩衝層は、例えば、 $P t$ 膜と $S r R u O_3$ 膜との積層膜により構成してもよい。なお、圧電変換装置 1 は、緩衝層を設けることにより、圧電体層 1 4 b の結晶性を向上させることが可能となる。

[0050] また、圧電変換装置 1 の構成は、上述の例に限らず、例えば、圧電変換部 1 4 におけるカンチレバー部 1 2 の幅方向 (図 2 A の上下方向) に沿った方向の幅寸法を小さくして、1 つのカンチレバー部 1 2 の上記一面 (第 1 面) 1 2 1 側において複数の圧電変換部 1 4 を上記幅方向に並設し、これら複数の圧電変換部 1 4 の直列回路の一端、他端を第 1 パッド 1 6 a、第 2 パッド 1 6 c それぞれに電氣的に接続するように構成してもよい。

[0051] 次に、圧電変換装置 1 の製造方法の一例について簡単に説明する。

[0052] 圧電変換装置 1 の製造にあたっては、まず、 $S O I$ 基板からなる基板 1 0 を準備し、その後、絶縁膜形成工程を行う。絶縁膜形成工程では、熱酸化法

などを利用して、基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側、上記他表面（第 2 表面）102 側それぞれに、シリコン酸化膜からなる第 1 の絶縁膜 18 a、第 2 の絶縁膜 18 b を形成する。絶縁膜形成工程では、第 1 の絶縁膜 18 a、第 2 の絶縁膜 18 b を形成する方法として熱酸化法を採用しているが、これに限らず、CVD 法などを採用してもよい。

[0053] 上述の絶縁膜形成工程の後には、基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側の全面に、第 1 電極 14 a および第 1 配線部 17 a の基礎となる第 1 導電層を形成する第 1 導電層形成工程を行い、続いて、圧電体層 14 b の基礎となる圧電材料層を形成する圧電材料層形成工程を行う。第 1 導電層形成工程において第 1 導電層を形成する方法としては、スパッタ法を採用しているが、これに限らず、例えば、CVD 法や蒸着法などを採用してもよい。また、圧電材料層形成工程において圧電材料層を形成する方法としては、スパッタ法を採用しているが、これに限らず、例えば、CVD 法やゾルゲル法などを採用してもよい。

[0054] 圧電材料層形成工程の後には、圧電材料層を圧電体層 14 b の所定の形状にパターニングする圧電材料層パターニング工程を行い、続いて、第 1 導電層を第 1 電極 14 a および第 1 配線部 17 a の所定の形状にパターニングする第 1 導電層パターニング工程を行う。圧電材料層パターニング工程では、リソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して圧電材料層をパターニングする。また、第 1 導電層パターニング工程では、リソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して第 1 導電層をパターニングする。

[0055] 上述の第 1 導電層パターニング工程の後には、基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側に上記絶縁層を形成する絶縁層形成工程を行う。その後には、第 2 電極 14 c および第 2 配線部 17 c の基礎となる第 2 導電層を基板 10 の上記一表面（第 1 表面）101 側の全面に形成する第 2 導電層形成工程を行ってから、第 2 導電層を第 2 電極 14 c 及び第 2 配線部 17 c の所定の形状にパターニングする第 2 導電層パターニング工程を行う。上述の第 2 導電層形成工程において第 2 導電層を形成する方法としては、スパッタ法を

採用しているが、これに限らず、例えば、CVD法や蒸着法などを採用してもよい。また、第2導電層パターニング工程では、リソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して第2導電層をパターニングする。

[0056] 上述の第2導電層パターニング工程の後には、第1パッド16aおよび第2パッド16cの基礎となる第3導電層を、基板10の上記一表面（第1表面）101側の全面に形成する第3導電層形成工程を行い、その後、第3導電層を、第1パッド16aおよび第2パッド16cの所定の形状にパターニングする第3導電層パターニング工程を行う。続いて、基板10の上記一表面（第1表面）101側から、支持部11、カンチレバー部12以外の部位（スリット10dの形成予定領域）をカンチレバー部12の厚みに対応する分だけエッチングすることで溝を形成する溝形成工程を行う。その後には、基板10の上記他表面（第2表面）102側から支持部11以外の部位をエッチングすることで支持部11と併せてカンチレバー部12を形成するカンチレバー部形成工程を行うことによって、圧電変換装置1を得る。上述の溝形成工程では、リソグラフィ技術およびエッチング技術などを利用して溝を形成する。また、上述のカンチレバー部形成工程では、リソグラフィ技術およびエッチング技術などを利用して、支持部11と併せてカンチレバー部12を形成する。溝形成工程およびカンチレバー部形成工程での各エッチングは、垂直深堀が可能な誘導結合プラズマ型のドライエッチング装置を用いたドライエッチングである。なお、このカンチレバー形成工程において、スリット10dが形成される。

[0057] 圧電変換装置1の製造にあたっては、カンチレバー部形成工程が終了するまでをウェハレベルで行ってから、ダイシング工程を行うことで個々の圧電変換装置1に分割するようにしている。

[0058] ところで、圧電変換装置1は、上述のように支持部11とカンチレバー部12との間に設けられ支持部11の厚み方向に沿って流体が通過可能な流路15を備え、カンチレバー部12の先端部12aを、カンチレバー部12の基端部12bよりも支持部11から離れる向きにずらしてある。すなわち、

カンチレバー部12の先端部12aは、支持部11の厚み方向において、カンチレバー部12の基端部12bよりも支持部11から離れている。ここにおいて、初期のずれG1（図2B参照）は、200 μ m以上であることが好ましい。なお、図2Bでは、カンチレバー部12の中立面123（図2C参照）とカンチレバー部12の先端面124との交線125の、支持部11の厚み方向におけるずれを初期のずれG1としてある。

[0059] カンチレバー部12は、外部振動や流体などが作用していない初期状態において、図2B、2Cのように、カンチレバー部12の先端部12aを、カンチレバー部12の基端部12bよりも支持部11から離れる向きにずらしてある。ここで、カンチレバー部12は、上記一面（第1面）121側が凹曲面となり且つ他面（第2面）122側が凸曲面となるように、湾曲している。本実施形態における圧電変換装置1では、圧電体層14bを構成する圧電薄膜の内部応力によって、カンチレバー部12の先端部12aを、基端部12bよりも支持部11から離れる向きにずらしてある。すなわち、圧電体層14bを構成する圧電薄膜の内部応力によって、カンチレバー部12の先端部12aは、支持部11の厚み方向において、基端部12bよりも支持部11から離れている。圧電薄膜の内部応力は、例えば、圧電薄膜をスパッタ法やCVD法により成膜する場合、ガス圧や、温度などのプロセス条件を適宜設定することによって調整することができる。

[0060] ここで、圧電変換装置1の動作について説明する。

[0061] 圧電変換装置1は、流体の流れる方向と支持部11の厚み方向とが一致し、基板10の上記一表面（第1表面）101側が流体の上流側、基板10の上記他表面（第2表面）102側が流体の下流側となるように配置して使用する。この圧電変換装置1では、上流側から圧電変換装置1に向って流れる流体が流路15を通る際に流速が速くなるので、カンチレバー部12の上記他面（第2面）122側と支持部11の内側面とで囲まれた空間10fの圧力が下がり、カンチレバー部12の先端部12aが支持部11に近づく向き（上記空間10f側）へ変位する。そして、この圧電変換装置1では、カン

チレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面） 1 2 1 と支持部 1 1 の上記一表面（第 1 表面） 1 1 1 とが面一になったところで、カンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面） 1 2 1 側と上記他面（第 2 面） 1 2 2 側とでの圧力差がなくなるので、カンチレバー部 1 2 の弾性力によってカンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a が元の位置に戻る。圧電変換装置 1 は、このような動作が繰り返されることでカンチレバー部 1 2 が自励振動するので、圧電変換部 1 4 から交流電圧が発生することとなる。

[0062] 以上説明した圧電変換装置 1 は、上述のように、支持部 1 1 とカンチレバー部 1 2 との間に設けられ支持部 1 1 の厚み方向に沿って流体が通過可能な流路 1 5 を備えている。さらに、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a を、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れる向きにずらしてある。すなわち、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a は、支持部 1 1 の厚み方向において、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れている。これにより、圧電変換装置 1 は、流路 1 5 を通る流体の流れ（気流）によって発生するカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面） 1 2 1 側と上記他面（第 2 面） 1 2 2 側との圧力差と、カンチレバー部 1 2 の弾性によって、自励振動を発生させることができるので、流体の流速や流量に応じてピーク電圧の絶対値が変化する交流電圧を発生することが可能となる。

[0063] なお、流路 1 5 を通る流体は、空気に限らず、例えば、ガス、空気とガスとの混合気体、液体などでもよい。

[0064] 検知部 2 において検知する電気信号としては、例えば、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧のピーク値や周波数などがある。

[0065] 検知部 2 は、例えば、圧電変換部 1 4 から出力される交流電圧のピーク電圧の絶対値を検出するピークホールド回路（ピーク電圧検出回路）、このピークホールド回路を制御する制御回路などにより構成することができる。ピークホールド回路は、整流回路、整流回路の出力の最大値をホールドするコンデンサ、コンデンサの保持している電荷を放電させるリセット回路、リセ

ット回路を制御する制御部などを備えた構成とすることができる。

[0066] これにより、検知部 2 は、圧電変換部 1 4 で発生している交流電圧のピーク電圧の絶対値を間欠的に検知することができる。ここで、検知部 2 は、例えば、制御部を、適宜のプログラムが搭載されたマイクロコンピュータなどにより構成し、制御部が、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧の絶対値と流速とを予め対応付けたテーブルを記憶したメモリを備えるようにしてもよい。

[0067] ここで、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧のピーク値の絶対値は、流体の流速が増加するにしたがって増加する。図 3 は、交流電圧のピーク値の絶対値からなる発生電圧と流速との相関例（相関関係）を示したものである。図 3 では、3 種類の圧電変換装置 1 それぞれの相関例 F 1, F 2, F 3 を示してある。3 種類の圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の長さ寸法が同じでカンチレバー部 1 2 の幅寸法を異ならせてある。相対的には、相関例 F 1 が、カンチレバー部 1 2 の幅寸法が小さい場合、相関例 F 3 が、カンチレバー部 1 2 の幅寸法が大きい場合、相関例 F 2 が、カンチレバー部 1 2 の幅寸法が、相関例 F 1 の特性を有するカンチレバー部 1 2 の幅寸法と、相関例 F 3 の特性を有するカンチレバー部 1 2 の幅寸法との中間の場合の例である。図 3 から分かるように、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の幅寸法を大きくすれば、自励振動を開始する流速が大きくなるが、流速の増加にしたがって発生電圧が緩やかに増加する傾向があるので、比較的広い流速域で流速を検知するフローセンサ A 1 に使用することが可能となる。一方、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の幅寸法を小さくすれば、自励振動を開始する流速が小さくなり、流速の増加にしたがって発生電圧が急峻に増加する傾向にあるので、比較的狭い流速域で流速を検知するフローセンサ A 1 に使用することが可能となる。また、圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 1 2 の幅寸法を小さくすれば、発生電圧が飽和する流速が比較的低いので、安定した発生電圧を維持したい場合の発電用途に適していると考えられる。

[0068] また、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧の周波数は、図 4 に示すように

、流体の流速が増加するにしたがって減少する。これは、圧電変換装置 1 では、流体の流速が増加するとカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面） 1 2 1 の圧力が増加するため、周波数が低下するものと推考される。流速と周波数との関係は、ほぼ線形である。なお、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧の周波数は、例えば、電圧－周波数変換回路により検出することができる。この場合、検知部 2 は、上述の制御部が、圧電変換部 1 4 で発生する交流電圧の周波数と流速とを予め対応付けたテーブル（例えば、図 4 のデータ）を記憶したメモリを備えるようにしてもよい。

[0069] 以上説明したフローセンサ A 1 は、流体を受けて自励振動するカンチレバー部 1 2 に圧電変換部 1 4 が設けられた圧電変換装置 1 と、圧電変換部 1 4 から出力される電気信号を検知する検知部 2 とを備えている。このフローセンサ A 1 では、流体をセンシングするための圧電変換部 1 4 に電力を供給する必要がないので、背景技術で説明した文献 1 に記載された熱式フローセンサに比べて低消費電力化を図ることが可能となる。また、このフローセンサ A 1 では、流体を受けて自励振動するカンチレバー部 1 2 に圧電変換部 1 4 が設けられた圧電変換装置 1 を備えているので、背景技術で説明した文献 2 に記載された発電手段に比べて、小型化を図ることが可能となる。これらにより、フローセンサ A 1 は、低消費電力化および小型化を図ることが可能となる。また、フローセンサ A 1 は、低消費電力化を図れることで、メンテナンスの頻度およびコストを低減することが可能となる。

[0070] ここで、圧電変換装置 1 は、棒状の支持部 1 1 と、支持部 1 1 に揺動自在に支持されたカンチレバー部 1 2 と、カンチレバー部 1 2 に設けられた圧電変換部 1 4 と、支持部 1 1 とカンチレバー部 1 2 との間に設けられ支持部 1 1 の厚み方向に沿って流体が通過可能な流路 1 5 とを備え、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a を、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れる向きにずらしてあることが好ましい。すなわち、カンチレバー部 1 2 の先端部 1 2 a は、支持部 1 1 の厚み方向において、カンチレバー部 1 2 の基端部 1 2 b よりも支持部 1 1 から離れていることが好ましい。これ

により、フローセンサA 1は、圧電変換装置1において、支持部1 1とカンチレバー部1 2との間に設けられた流路1 5を通過する流体のエネルギーを高効率でカンチレバー部1 2の振動エネルギーに変換することが可能となる。よって、フローセンサA 1は、流体の流速や流量の検知精度を向上させることが可能となる。

[0071] フローセンサA 1は、圧電変換部1 4が、カンチレバー部1 2の厚み方向の上記一面（第1面）1 2 1側において上記一面（第1面）1 2 1側から順に第1電極1 4 a、圧電体層（圧電薄膜）1 4 b、第2電極1 4 cを有し、圧電体層（圧電薄膜）1 4 bの内部応力によって、カンチレバー部1 2の先端部1 2 aを、基端部1 2 bよりも支持部1 1から離れる向きにずらしてある。すなわち、圧電体層1 4 bの内部応力によって、カンチレバー部1 2の先端部1 2 aは、支持部1 1の厚み方向において、基端部1 2 bよりも支持部1 1から離れている。これにより、フローセンサA 1は、圧電変換装置1の構成要素を増加させることなく、支持部1 1とカンチレバー部1 2との間に設けられた流路1 5を通過する流体のエネルギーを高効率でカンチレバー部1 2の振動エネルギーに変換することが可能となる。

[0072] ところで、フローセンサA 1は、図5に示すように、検知部2での検知結果を含む無線信号の送信を間欠的に行う無線送信部6を備えている構成としてもよい。これにより、フローセンサA 1は、検知部2の検知結果を含む無線信号を外部に間欠的に送信することが可能となる。よって、フローセンサA 1は、施工が容易になるとともに、設置場所の自由度が高くなり、汎用性を高めることが可能となる。また、複数のフローセンサA 1を適宜配置することで、気流状態の分布を調べることも可能となる。なお、無線送信部6の無線通信規格としては、例えば、EnOcean（登録商標）などを採用することができるが、特に限定するものではない。

[0073] また、フローセンサA 1は、図6中に示すように、圧電変換装置1で発生する交流電圧を整流して蓄電する蓄電部5と、切替回路9とを備えた構成としてもよい。

- [0074] 切替回路 9 は、圧電変換部 1 4 と蓄電部 5 とを電氣的に接続する第 1 状態と、圧電変換部 1 4 と検知部 2 とを電氣的に接続する第 2 状態とを切り替え可能である。見方を変えれば、圧電変換部 1 4 は、圧電変換部 1 4 と蓄電部 5 とを電氣的に接続する第 1 状態と、圧電変換部 1 4 と検知部 2 とを電氣的に接続する第 2 状態とを切り替える切替回路 9 に接続されている。また、検知部 2 および無線送信部 6 は、蓄電部 5 を電源として動作可能である。
- [0075] フローセンサ A 1 は、蓄電部 5 から検知部 2 および無線送信部 6 への電力供給路に設けられたスイッチング素子 8 と、蓄電部 5 の蓄電量を監視する蓄電量監視部 7 とを備えているのが好ましい。スイッチング素子 8 は、例えば、MOSFET などにより構成することができる。蓄電量監視部 7 は、蓄電部 5 の出力端間の電圧を蓄電量として監視し、蓄電量と予め設定した規定値との比較結果に基づいてスイッチング素子 8 をオンオフする機能を有している。例えば、蓄電量監視部 7 は、蓄電部 5 の蓄電量が、検知部 2 および無線送信部 6 の駆動のために予め設定した上記規定値に到達すると、スイッチング素子 8 をオンさせ、蓄電部 5 の蓄電量が上記規定値よりも低下すると、スイッチング素子 8 をオフさせる。これにより、検知部 2 および無線送信部 6 は、蓄電部 5 から間欠的に電力供給され、駆動される。
- [0076] 切替回路 9 は、例えば、蓄電量監視部 7 がオン、オフを制御するようになればよい。ここで、蓄電量監視部 7 は、蓄電部 5 の蓄電量が上記規定値に到達したときに切替回路 9 を第 1 状態から第 2 状態へ切り替えるようになればよい。
- [0077] フローセンサ A 1 は、切替回路 9 を備えていることにより、蓄電部 5 の充電毎に蓄電部 5 の蓄電量が上記規定値に達するまでの時間を短縮することが可能となる。
- [0078] 蓄電部 5 は、例えば、圧電変換装置 1 で発生する交流電圧を整流するダイオードブリッジからなる全波整流回路と、この全波整流回路の出力端間に接続されたコンデンサとで構成することができる。この場合、フローセンサ A 1 は、圧電変換装置 1 の一方の出力端を、全波整流回路の一方の入力端に接

続し、圧電変換装置 1 の他方の出力端を、全波整流回路の他方の入力端に接続し、コンデンサの両端間に検知部 2 や無線送信部 6 を接続すればよい。

[0079] また、蓄電部 5 は、例えば、両波倍電圧整流回路により構成することもできる。両波倍電圧整流回路は、2 個のダイオードの直列回路と 2 個のコンデンサの直列回路とが並列接続されている。要するに、両波倍電圧整流回路は、2 個ダイオードと 2 個のコンデンサとがブリッジ接続されている。蓄電部 5 が両波倍電圧整流回路の場合、フローセンサ A 1 は、圧電変換装置 1 の一方の出力端を、2 個のダイオードの直列回路における両ダイオードの接続点に接続し、圧電変換装置 1 の他方の出力端を、2 個のコンデンサの直列回路における両コンデンサの接続点に接続すればよい。そして、フローセンサ A 1 は、2 個のコンデンサの直列回路の両端間に、検知部 2 や無線送信部 6 を接続すればよい。

[0080] ところで、図 6 は、上述のフローセンサ A 1 を用いた空調管理システムの概略構成図である。この空調管理システムは、フローセンサ A 1 と、空調機（エアコンディショナー）A 2 とを備えている。フローセンサ A 1 は、空調機 A 2 の給気ダクト（図示せず）もしくは排気ダクト（図示せず）の内部に配置されている。

[0081] 空調機 A 2 は、無線送信部 6 からの無線信号を受信する無線受信部 7 1 を備え、無線受信部 7 1 で受信した無線信号に基づいて流体の流量もしくは流速が目標値となるようにファン 7 4 の運転状態を制御する。これにより、空調管理システムには、低消費電力化および小型化が可能なフローセンサ A 1 を備えた空調管理システムとして利用することが可能となる。

[0082] 空調機 A 2 は、ファン 7 4 を回転させるモータ 7 3 と、運転スイッチ 7 5 と、モータ 7 3 を制御する制御部 7 2 と、リモートコントローラからのリモコン信号などに基づいて流量や流速の目標値を設定する設定部 7 6 とを備えている。空調機 A 2 は、運転スイッチ 7 5 をオンさせることにより、制御部 7 2 がモータ 7 3 を駆動してファン 7 4 を回転させる。制御部 7 2 は、設定部 7 6 により設定された流量もしくは流速の目標値となるようにモータ 7 3

の回転速度をフィードバック制御する。これにより、空調管理システムは、省エネルギー化を図ることが可能となる。なお、制御部 72 は、例えば、適宜のプログラムを搭載したマイクロコンピュータなどからなる制御回路、モータ 73 を駆動する駆動回路などを備えた構成とすればよい。

[0083] (実施形態 2)

本実施形態のフローセンサ A1 の基本構成については、実施形態 1 と同じであり、圧電変換装置 1 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A1 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0084] 図 7A~7D に示す本実施形態における圧電変換装置 1 は、カンチレバー部 12 の上記一面 (第 1 面) 121 側に設けられた応力制御膜 19 (図 7C 参照) によって、カンチレバー部 12 の先端部 12a を、基端部 12b よりも支持部 11 から離れる向きにずらしてある。すなわち、応力制御膜 19 によって、カンチレバー部 12 の先端部 12a は、支持部 11 の厚み方向において、基端部 12b よりも支持部 11 から離れている。なお、実施形態 1 と同様の構成要素については、同様の符号を付して説明を省略する。

[0085] 応力制御膜 19 は、第 2 電極 14c における圧電体層 14b 側とは反対側に形成してある。応力制御膜 19 は、 SiO_2 膜により構成してあるが、これに限らず、例えば、 Si_3N_4 膜などにより構成してもよい。なお、応力制御膜 19 は、カンチレバー部 12 の上記他面 (第 2 面) 122 側に形成してもよい。また、応力制御膜 19 は、カンチレバー部 12 の一面 (第 1 面) 121 又は他面 (第 2 面) 122 の全面に形成されてもよいし、一部に形成されていてもよい。

[0086] 本実施形態における圧電変換装置 1 は、実施形態 1 と同様、流路 15 を通る流体の流れによって発生するカンチレバー部 12 の上記一面 (第 1 面) 121 側と上記他面 (第 2 面) 122 側との圧力差と、カンチレバー部 12 の弾性によって自励振動を発生させ、交流電圧を発生させることができる。本実施形態における圧電変換装置 1 は、実施形態 1 に比べて圧電体層 14b のプロセス条件の自由度が高くなり、より高品質な圧電体層 14b を形成す

ることが可能となり、エネルギー変換効率の向上を図ることが可能となる。

[0087] なお、圧電変換装置 1 は、応力制御膜 19 に起因してカンチレバー部 12 に作用する応力と、圧電薄膜である圧電体層 14b の内部応力とによって、カンチレバー部 12 の先端部 12a を、基端部 12b よりも支持部 11 から離れる向きにずらしてもよい。すなわち、カンチレバー部 12 に作用する応力と、圧電体層 14b の内部応力とによって、カンチレバー部 12 の先端部 12a は、支持部 11 の厚み方向において、基端部 12b よりも支持部 11 から離れていてもよい。

[0088] (実施形態 3)

本実施形態のフローセンサ A1 の基本構成については、実施形態 1 と同じであり、圧電変換装置 1 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A1 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0089] 本実施形態における圧電変換装置 1 は、図 8 に示すように、カンチレバー部 12 を支持部 11 に対して傾けて配置することによって、カンチレバー部 12 の先端部 12a を、基端部 12b よりも支持部 11 から離れる向きにずらしてある。すなわち、カンチレバー部 12 を支持部 11 に対して傾けて配置することによって、カンチレバー部 12 の先端部 12a は、支持部 11 の厚み方向において、基端部 12b よりも支持部 11 から離れている。本実施形態における圧電変換装置 1 は、支持部 11 の厚み方向に直交する支持部 11 の一表面（第 1 表面、図 8 における上面）111 に対してカンチレバー部 12 が傾いている。なお、実施形態 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0090] 実施形態 1 で説明した図 2A～2D の圧電変換装置 1 は、MEMS の製造技術を利用して製造した薄膜型の圧電変換装置であり、第 1 電極 14a、圧電体層 14b および第 2 電極 14c それぞれを第 1 金属薄膜、圧電薄膜および第 2 金属薄膜により構成している。これに対して、本実施形態における圧電変換装置 1 は、バルク型の圧電変換装置である。本実施形態における圧電変換装置 1 は、圧電体層 14b としてバルクを利用しており、圧電体層 14

bの厚み方向の他面（第2面）1402側に金属膜からなる第1電極14aを形成し且つ一面（第1面）1401側に金属膜からなる第2電極14cを形成した梁部材20を支持部11に対して傾けて配置してある。梁部材20は、支持部11の上記一表面（第1表面）111上に設けた取付台部21に対して、例えば、接着剤などによって固定すればよい。取付台部21は、梁部材20を所望の角度で傾けて配置するための傾斜面21aを有している。すなわち、取付台部21が圧電変換部14を所望の角度で傾けて配置する。これにより、カンチレバー部12の先端部12aを、基端部12bよりも支持部11から離れる向きにずらすことができる。また、本実施形態における圧電変換装置1では、圧電体層14bがカンチレバー部12を兼ねていることによって、圧電変換部14は、カンチレバー部12に設けられている。なお、取付台部21は、支持部11に対して例えば接着剤などによって固定すればよい。

[0091] 支持部11は、例えば、金属板を機械加工することによって形成したものでもよいし、樹脂成形品により構成してもよいし、実施形態1と同様に基板10をMEMSの製造技術などを利用して加工することによって形成したものでもよい。

[0092] 本実施形態における圧電変換装置1は、実施形態1と同様、流路15を通る流体の流れによって発生するカンチレバー部12の上記一面（第1面）121側と上記他面（第2面）122側との圧力差と、カンチレバー部12の弾性によって、自励振動を発生させることができるので、流体の流量や流速に応じた交流電圧を発生することが可能となる。

[0093] （実施形態4）

本実施形態のフローセンサA1の基本構成については、実施形態1と同じであり、圧電変換装置1の構成が相違するだけなので、フローセンサA1全体の図示および説明を適宜省略する。

[0094] 本実施形態における圧電変換装置1は、図9A～9Dに示すように、支持部11の内側面の形状が実施形態1における圧電変換装置1と相違する。な

お、実施形態 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0095] 本実施形態における圧電変換装置 1 の支持部 1 1 は、流路 1 5 の断面積が支持部 1 1 の厚み方向の両側で当該厚み方向の中間よりも広くなる形状に形成されている。

[0096] 本実施形態における圧電変換装置 1 は、実施形態 1 において説明した製造方法において、溝形成工程およびカンチレバー部形成工程の各エッチングをアルカリ系溶液による異方性エッチングとすることで、上述の支持部 1 1 および流路 1 5 の形状を実現することが可能である。

[0097] 本実施形態における圧電変換装置 1 では、支持部 1 1 を、流路 1 5 の断面積が支持部 1 1 の厚み方向の両側で当該厚み方向の中間よりも広くなる形状としてあることにより、流路 1 5 を通る流体の流量を大きくすることが可能となる。よって、圧電変換装置 1 は、流体が流路 1 5 を通ることにより発生するカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面）1 2 1 側と上記他面（第 2 面）1 2 2 側との圧力差を大きくすることが可能となり、エネルギー変換効率を向上させることが可能となる。

[0098] なお、本実施形態における圧電変換装置 1 の支持部 1 1 および流路 1 5 の形状を他の実施形態において採用してもよい。

[0099] （実施形態 5）

本実施形態のフローセンサ A 1 の基本構成については、実施形態 1 と同じであり、圧電変換装置 1 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A 1 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0100] 本実施形態における圧電変換装置 1 は、図 10 A、10 B に示すように、支持部 1 1、カンチレバー部 1 2、圧電変換部 1 4 および流路 1 5 を備えた圧電変換素子 1 a と、圧電変換素子 1 a を収納する収納部材 1 b とを備えている。なお、実施形態 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0101] 圧電変換素子 1 a の構成は実施形態 1 における圧電変換装置 1 と同じ構成

なので、実施形態 1 と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。圧電変換素子 1 a は、実施形態 1 における圧電変換装置 1 に限らず、実施形態 2 ～ 4 の何れかにおける圧電変換装置 1 と同じ構成でもよい。

[0102] 収納部材 1 b は、流体が流入する流入口 1 b a と、流体が流出する流出口 1 b b とが設けられ、流入口 1 b a と流出口 1 b b との間に圧電変換素子 1 a が配置されている。なお、図 10 A, 10 B 中の矢印は、流体の流れる方向を模式的に示している。

[0103] 収納部材 1 b は、流入口 1 b a から圧電変換素子 1 a に近づくにつれて開口面積が小さくなり、圧電変換素子 1 a から流出口 1 b b に近づくにつれて開口面積が大きくなる形状に形成されている。

[0104] 収納部材 1 b は、圧電変換素子 1 a の支持部 1 1 の周部を保持している。収納部材 1 b は、外周形状を矩形状とし、開口形状を矩形状としてある。このような収納部材 1 b は、例えば、2 つの半角筒状の部材を接合することで形成するようにすれば、圧電変換素子 1 a を容易に収納し且つ保持することが可能となる。

[0105] 収納部材 1 b は、立体回路形成基板などを利用して形成してもよく、この場合、収納部材 1 b に、図 6 に基づいて説明した蓄電部 5、切替回路 9、検知部 2、無線送信部 6、蓄電量監視部 7 およびスイッチング素子 8 などをつけてもよい。

[0106] 圧電変換装置 1 は、上述のように、圧電変換素子 1 a を収納する収納部材 1 b を備え、収納部材 1 b が、流入口 1 b a から圧電変換素子 1 a に近づくにつれて開口面積が小さくなり、圧電変換素子 1 a から流出口 1 b b に近づくにつれて開口面積が大きくなる形状に形成されている。これにより、圧電変換装置 1 は、流路 1 5 を通る流体の流量を大きくすることが可能となる。よって、圧電変換装置 1 は、流体が流路 1 5 を通ることにより発生するカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面）1 2 1 側と上記他面（第 2 面）1 2 2 側との圧力差を大きくすることが可能となり、エネルギー変換効率を向上させ

ることが可能となる。また、圧電変換装置 1 は、収納部材 1 b を備えていることにより、収納部材 1 b によって圧電変換素子 1 a を保護することができるとともに、取り扱いが容易になるという利点もある。

[0107] (実施形態 6)

本実施形態のフローセンサ A 1 の基本構成については、実施形態 1 と同じであり、圧電変換装置 1 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A 1 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0108] 本実施形態における圧電変換装置 1 は、図 1 1 A, 1 1 B に示すように、収納部材 1 b が、両面が開放された鼓状の形状に形成されており、実施形態 5 に比べて、圧電変換素子 1 a の平面サイズを変えなく、収納部材 1 b の流入口 1 b a および流出口 1 b b それぞれの開口面積を大きくしてある。これにより、圧電変換装置 1 は、流路 1 5 を通る流体の流量を、より大きくすることが可能となる。よって、圧電変換装置 1 は、流体が流路 1 5 を通ることにより発生するカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面）1 2 1 側と上記他面（第 2 面）1 2 2 側との圧力差を更に大きくすることが可能となり、エネルギー変換効率を更に向上させることが可能となる。

[0109] (実施形態 7)

本実施形態の空調管理システムの基本構成については、実施形態 1 で説明した空調管理システムと同じであり、圧電変換装置 1 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A 1 および空調機 A 2 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0110] 本実施形態の空調管理システムは、図 1 2 に示すように、給気ダクトと排気ダクトとのいずれかからなるダクト 4 内に配置される流体制御部 3 を備えている点が実施形態 1 の空調管理システムと相違する。流体制御部 3 は、圧電変換装置 1 の流路 1 5 を通る流体の流量を増大させるように流体の流れを制御可能なものである。なお、図 1 2 中の矢印は、流体の流れる方向を模式的に示している。

[0111] 圧電変換装置 1 の構成は、実施形態 5 における圧電変換装置 1 と同じ構成

であるが、これに限らず、他の実施形態 1～4, 6 のいずれかにおける圧電変換装置 1 と同じ構成でもよい。また、空調管理システムは、複数のフローセンサ A 1 を備えていてもよい。

[0112] 流体制御部 3 と圧電変換装置 1 とは、ダクト 4 内において流体の流れる方向に沿って並んで配置されている。空調管理システムは、ダクト 4 内において、流体制御部 3 が上流側に配置され、圧電変換装置 1 が下流側に配置されている。

[0113] 流体制御部 3 は、ノズルにより構成されており、圧電変換装置 1 に近い側が吹出口 3 b、圧電変換装置 1 から遠い側が吸込口 3 a となるように配置されている。

[0114] 空調管理システムは、圧電変換装置 1 の外部に設けられ流路 1 5 を通る流体の流量を増大させるように流体の流れを制御可能な流体制御部 3 を備えていることにより、圧電変換装置 1 の流路 1 5 を通る流体の流量を、より大きくすることが可能となる。よって、空調管理システムでは、流体が圧電変換装置 1 の流路 1 5 を通ることにより発生するカンチレバー部 1 2 の上記一面（第 1 面） 1 2 1 側と上記他面（第 2 面） 1 2 2 側との圧力差を更に大きくすることが可能となり、圧電変換装置 1 でのエネルギー変換効率を更に向上させることが可能となる。これにより、空調管理システムは、間欠的に動作する検知部 2 や無線送信部 6 の休止期間を短くすることが可能となる。

[0115] （実施形態 8）

本実施形態の空調管理システムの基本構成については、実施形態 7 で説明した空調管理システムと同じであり、流体制御部 3 の構成が相違するだけなので、フローセンサ A 1 および空調機 A 2 全体の図示および説明を適宜省略する。

[0116] 本実施形態の空調管理システムでは、図 1 3 に示すように、流体制御部 3 を、円柱状の形状としてあるが、これに限らず、例えば、三角柱状の形状や、球状の形状としてもよい。

[0117] 本実施形態の空調管理システムは、実施形態 7 と同様、圧電変換装置 1 の

外部に設けられ流路15を通る流体の流量を増大させるように流体の流れを制御可能な流体制御部3を備えている。したがって、空調管理システムは、圧電変換装置1の流路15を通る流体の流量を、より大きくすることが可能となる。よって、フローセンサA1は、流体が圧電変換装置1の流路15を通ることにより発生するカンチレバー部12の上記一面（第1面）121側と上記他面（第2面）122側との圧力差を更に大きくすることが可能となり、エネルギー変換効率を更に向上させることが可能となる。これにより、空調管理システムは、間欠的に動作する検知部2や無線送信部6の休止期間を短くすることが可能となる。

[0118] （実施形態9）

以下では、本実施形態のフローセンサA1について図14に基づいて説明する。

[0119] 本実施形態のフローセンサA1は、実施形態1と略同じ構成であり、圧電変換装置1が、圧電変換部14として、蓄電部5に接続された第1圧電変換部141と、検知部2に接続された第2圧電変換部142とを備えている点などが相違する。なお、実施形態1と同様の構成要素については、実施形態1と同一の符号を付して説明を省略する。

[0120] また、圧電変換装置1の構成は、実施形態1で説明した圧電変換装置1において、例えば、圧電変換部14におけるカンチレバー部12の幅方向（図2Aの上下方向）に沿った方向の幅寸法を小さくして、1つのカンチレバー部12の上記一面（第1面）121側において2つの圧電変換部14を上記幅方向に並設すればよい。この場合には、一方の圧電変換部14を第1圧電変換部141、他方の圧電変換部14を第2圧電変換部142として、第1圧電変換部141の出力を取り出すための2つのパッドと、第2圧電変換部142の出力を取り出すための2つのパッドとを設ければよい。

[0121] 本実施形態のフローセンサA1は、圧電変換装置1が、圧電変換部14として、蓄電部5に接続された第1圧電変換部141と、検知部2に接続された第2圧電変換部142とを備えているので、簡単な回路構成で圧電変換部

14から出力される電気信号を検知することが可能となる。本実施形態のフローセンサA1と同様に圧電変換部14を2つ備えた構成を実施形態1～8のフローセンサA1に採用してもよい。本実施形態のフローセンサA1を実施形態1で説明した空調管理システムに用いてもよい。なお、圧電変換部14の数は、2つに限らず、3つ以上でもよく、少なくとも、第1圧電変換部141と第2圧電変換部142とを1つずつ備えていればよい。また、フローセンサA1は、圧電変換部14を1つだけ備えた圧電変換装置1を2つ並べて設けた構成としてもよい。

[0122] 本発明をいくつかの好ましい実施形態によって記載したが、本発明の本来の精神および範囲、すなわち請求の範囲を逸脱することなく、当業者によってさまざまな修正および変形が可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 流体を受けて自励振動するカンチレバー部に圧電変換部が設けられた圧電変換装置と、
前記圧電変換部から出力される電気信号を検知する検知部とを備えることを特徴とするフローセンサ。
- [請求項2] 前記圧電変換装置は、
枠状の支持部と、
前記支持部に揺動自在に支持された前記カンチレバー部と、
前記カンチレバー部に設けられた前記圧電変換部と、
前記支持部と前記カンチレバー部との間に設けられ前記支持部の厚み方向に沿って前記流体が通過可能な流路とを備え、
前記カンチレバー部の先端部を、前記カンチレバー部の基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることを特徴とする請求項1記載のフローセンサ。
- [請求項3] 前記圧電変換部は、
前記カンチレバー部の厚み方向の一面側において前記一面側から順に第1電極、圧電薄膜、第2電極を有し、
前記圧電薄膜の内部応力によって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることを特徴とする請求項2記載のフローセンサ。
- [請求項4] 前記圧電変換部は、
前記カンチレバー部の厚み方向の一面側において前記一面側から順に第1電極、圧電薄膜、第2電極を有し、
前記カンチレバー部の前記一面側に設けられた応力制御膜によって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてあることを特徴とする請求項2記載のフローセンサ。
- [請求項5] 前記圧電変換部は、第1電極、圧電薄膜、第2電極を順に有し、

前記圧電薄膜が前記カンチレバー部を兼ねることによって、前記圧電変換部は、前記カンチレバー部に設けられている

ことを特徴とする請求項2記載のフローセンサ。

[請求項6]

前記圧電変換装置は、

前記支持部の一表面上に設けられた取付台部をさらに備え、

前記取付台部が前記圧電変換部を所望の角度で傾けて配置することによって、前記カンチレバー部の前記先端部を、前記基端部よりも前記支持部から離れる向きにずらしてある

ことを特徴とする請求項5記載のフローセンサ。

[請求項7]

前記支持部は、前記流路の断面積が当該支持部の厚み方向の両側で当該厚み方向の中間よりも広くなる形状に形成されていることを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1項に記載のフローセンサ。

[請求項8]

前記圧電変換装置は、

前記支持部、前記カンチレバー部、前記圧電変換部および前記流路を含む圧電変換素子と、

前記圧電変換素子が収納される収納部材とをさらに備え、

前記収納部材には、

前記流体が流入する流入口と、

前記流体が流出する流出口とが設けられ、

前記圧電変換素子は、前記流入口と前記流出口との間に配置され、

前記収納部材は、前記流入口から前記圧電変換素子に近づくにつれて開口面積が小さくなり、前記圧電変換素子から前記流出口に近づくにつれて開口面積が大きくなる形状に形成されている

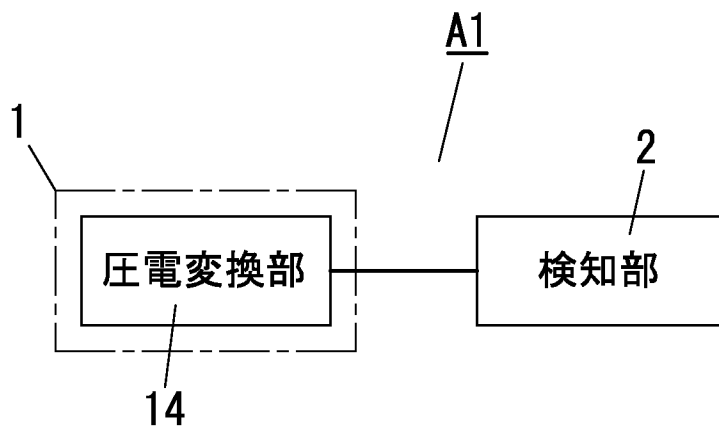
ことを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載のフローセンサ。

[請求項9]

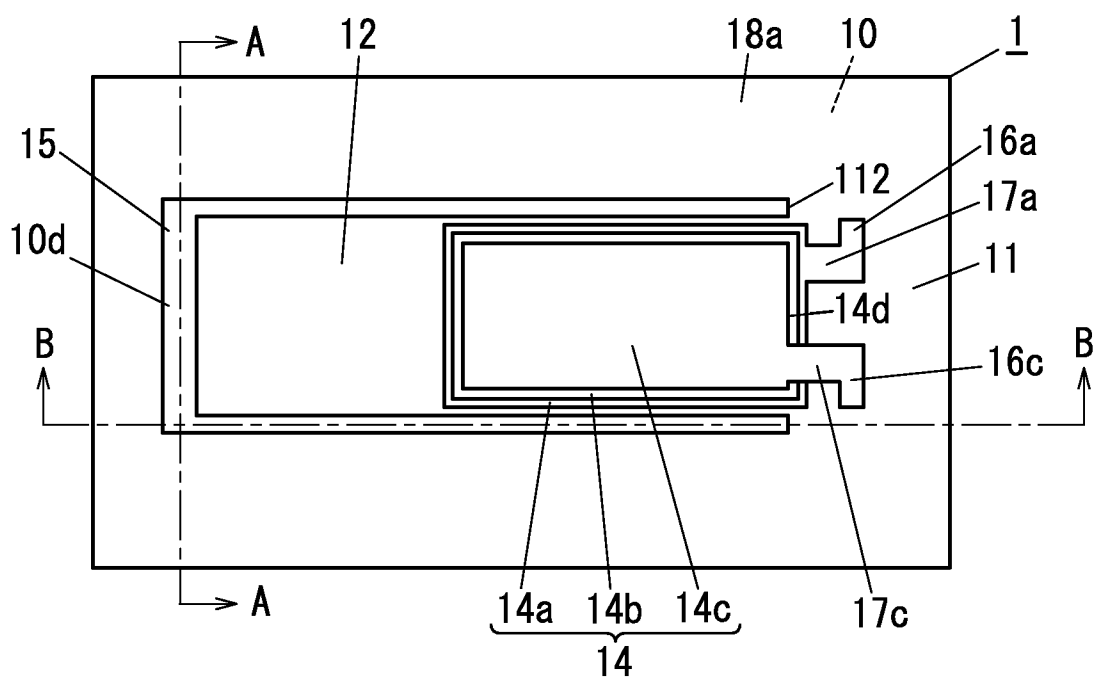
前記検知部での検知結果を含む無線信号の送信を間欠的に行う無線送信部をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のフローセンサ。

- [請求項10] 前記圧電変換装置で発生する交流電圧を整流して蓄電する蓄電部と、
切替回路とをさらに備え、
前記切替回路は、前記圧電変換部と前記蓄電部とを電氣的に接続する第1状態と、前記圧電変換部と前記検知部とを電氣的に接続する第2状態とを切り替え可能であり、
前記検知部および前記無線送信部は、前記蓄電部を電源として動作可能である
ことを特徴とする請求項9記載のフローセンサ。
- [請求項11] 請求項9又は10記載のフローセンサと、
空調機とを備え、
前記フローセンサが前記空調機の給気ダクトもしくは排気ダクトの内部に配置され、
前記空調機は、
前記無線送信部からの前記無線信号を受信する無線受信部を備え、
前記無線受信部で受信した前記無線信号に基づいて前記流体の流量もしくは流速が目標値となるようにファンの運転状態を制御することを特徴とする空調管理システム。
- [請求項12] 前記空調機の給気ダクトもしくは排気ダクトの内部に配置され、枠状の支持部と前記カンチレバー部との間に設けられ前記支持部の厚み方向に沿って前記流体が通過可能な流路を通る前記流体の流量を増大させるように前記流体の流れを制御する流体制御部をさらに備えることを特徴とする請求項11記載の空調管理システム。

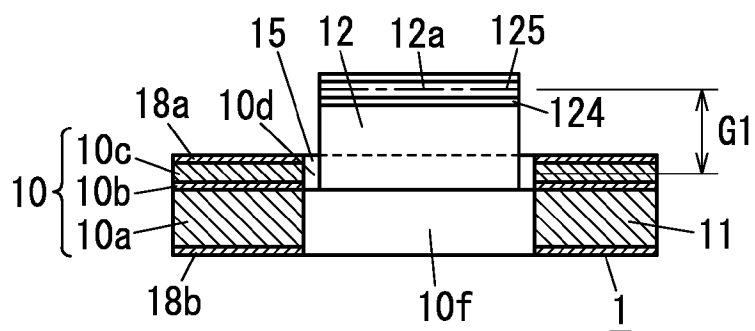
[図1]



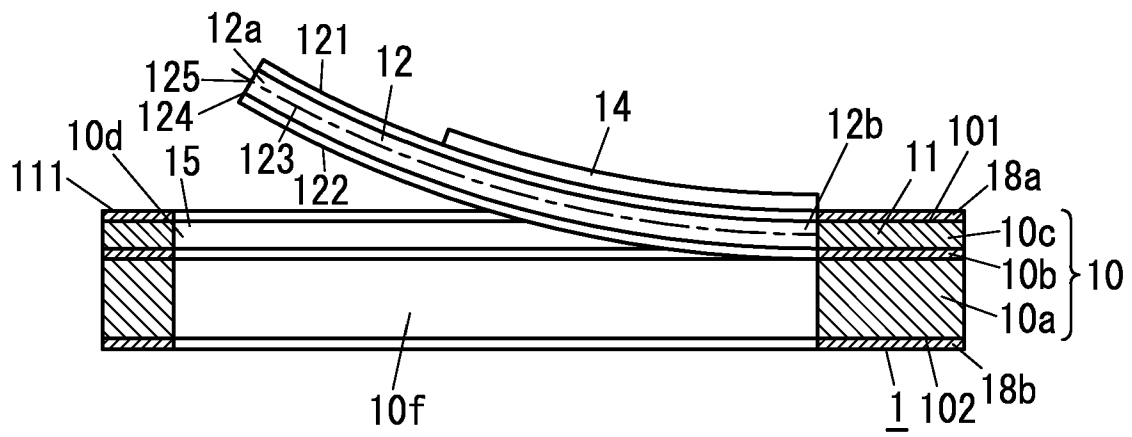
[図2A]



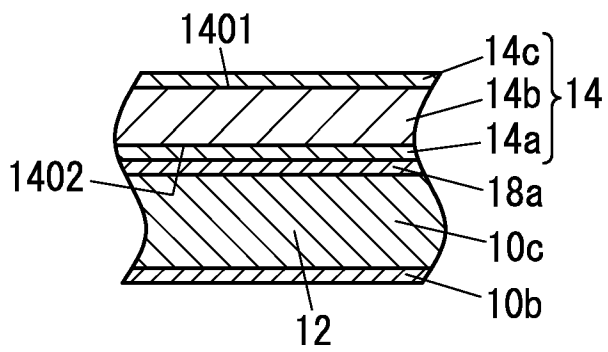
[図2B]



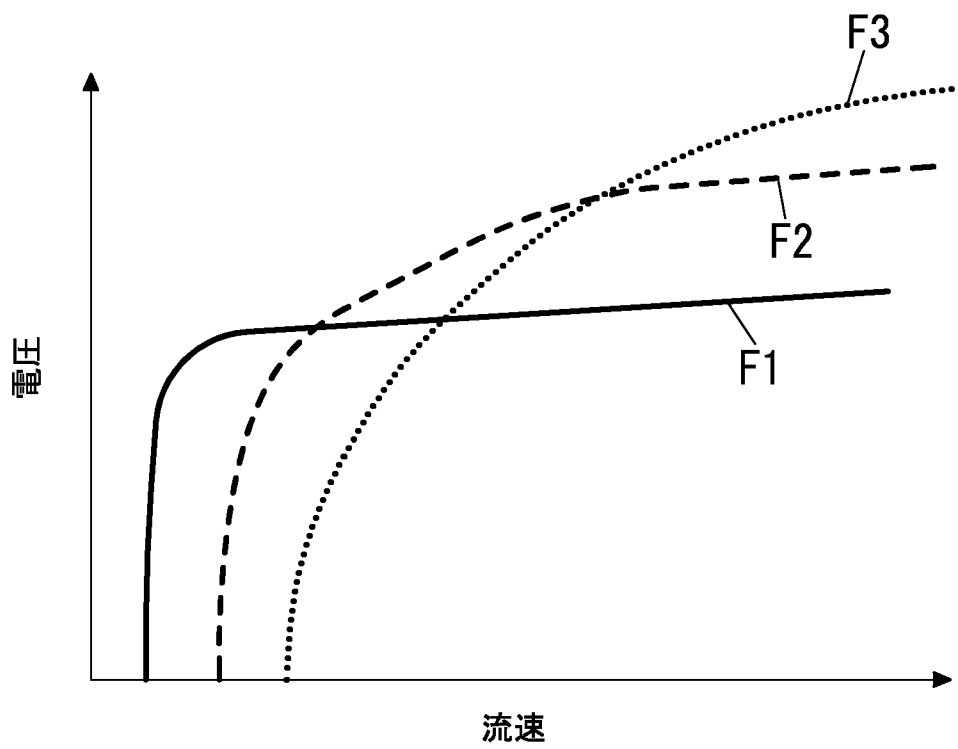
[図2C]



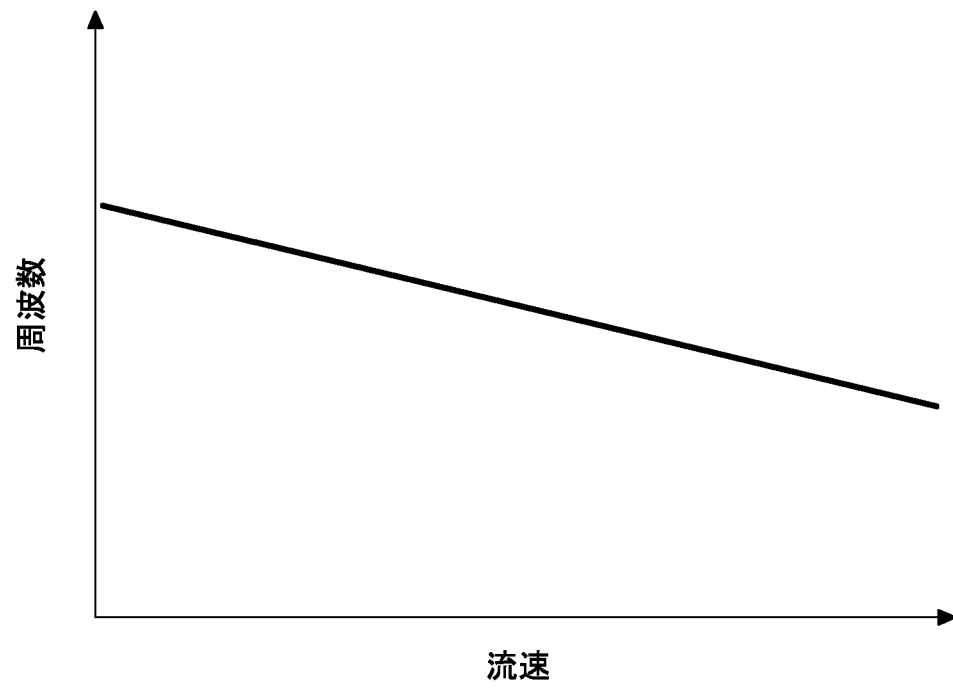
[図2D]



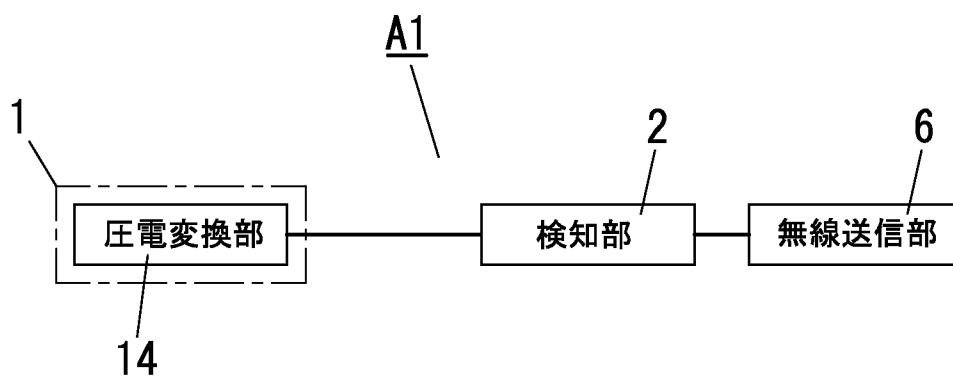
[図3]



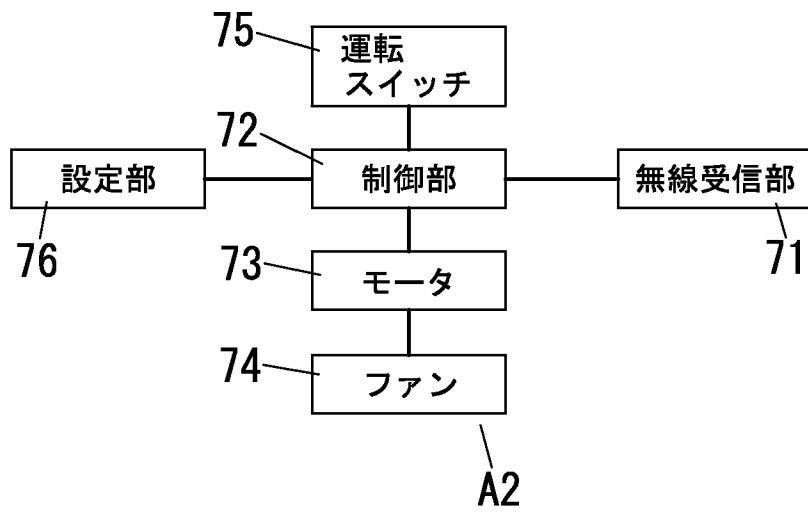
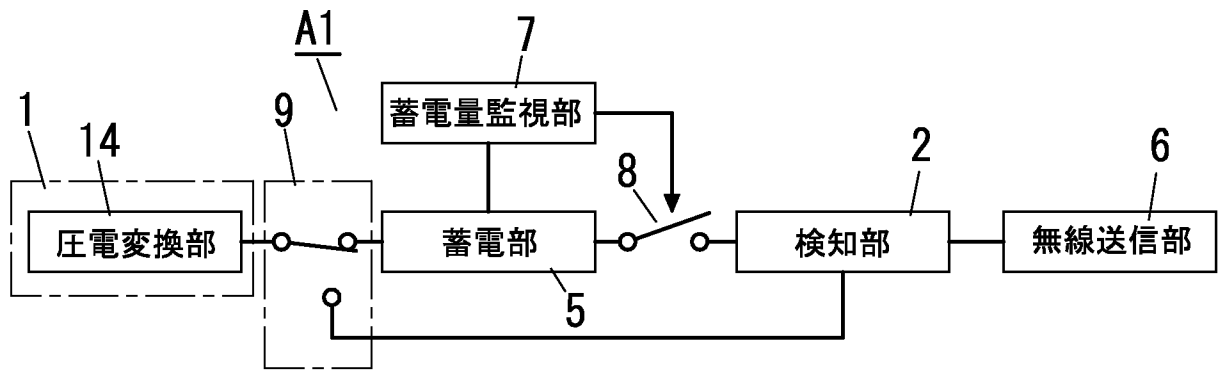
[図4]



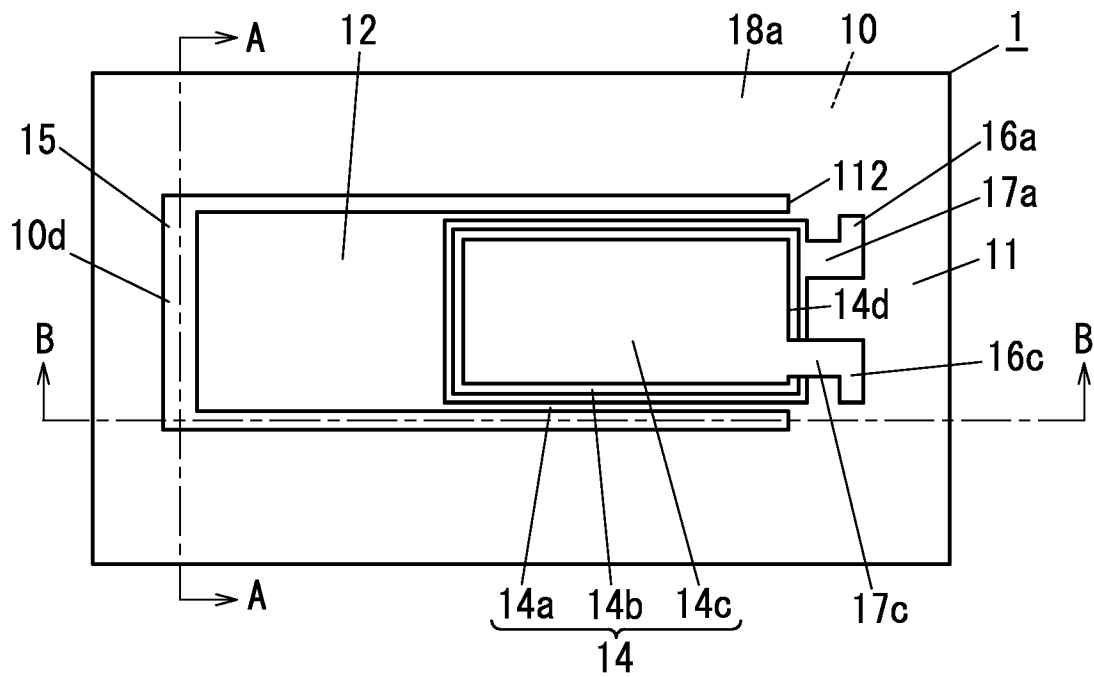
[図5]



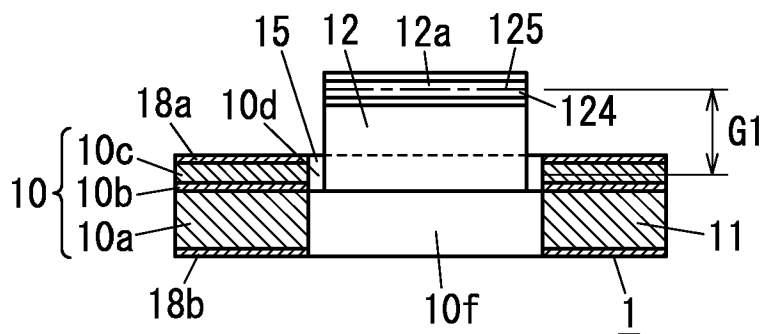
[図6]



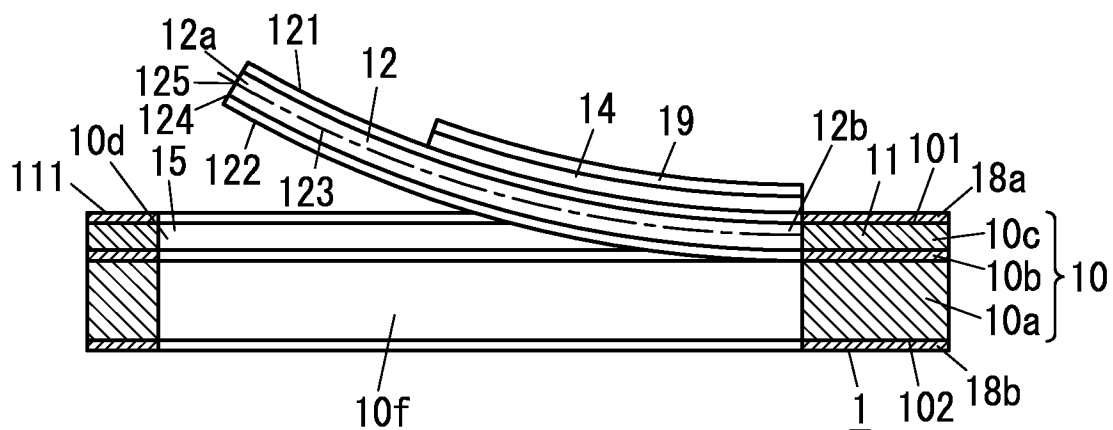
[図7A]



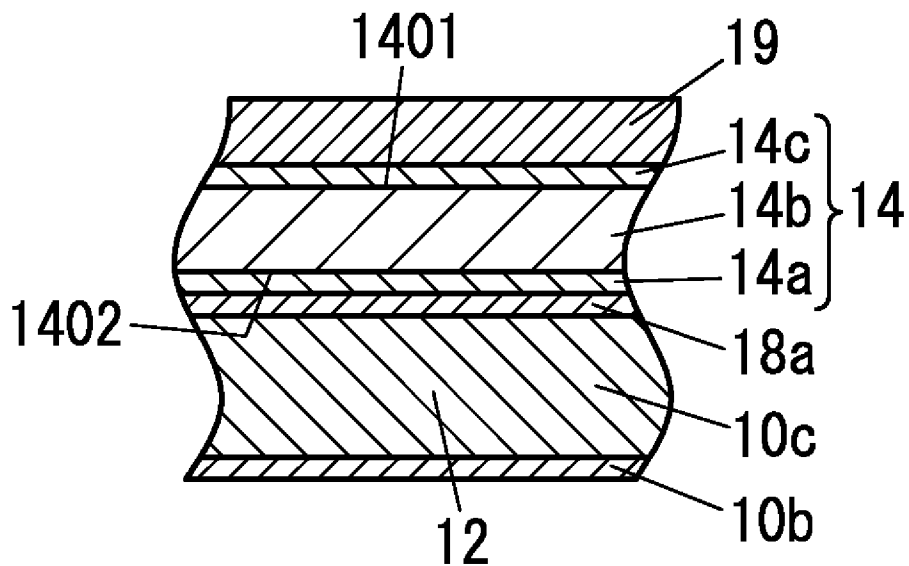
[図7B]



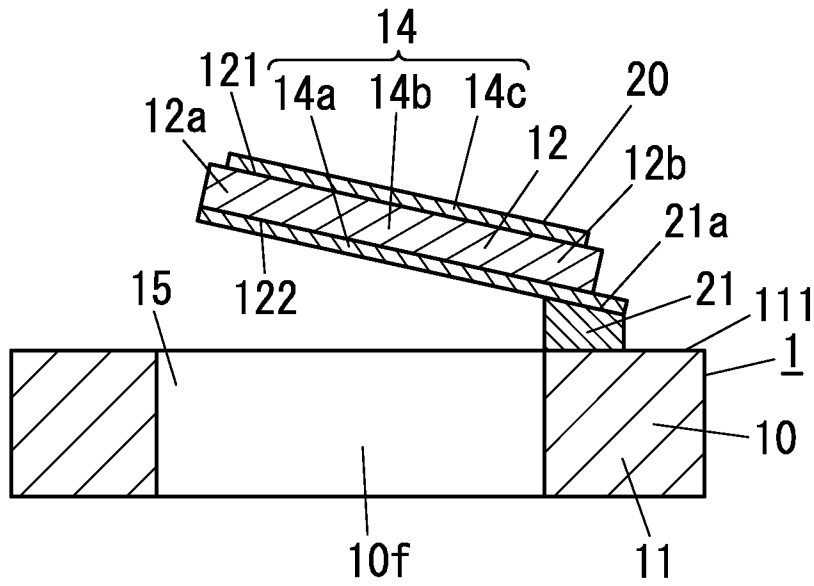
[図7C]



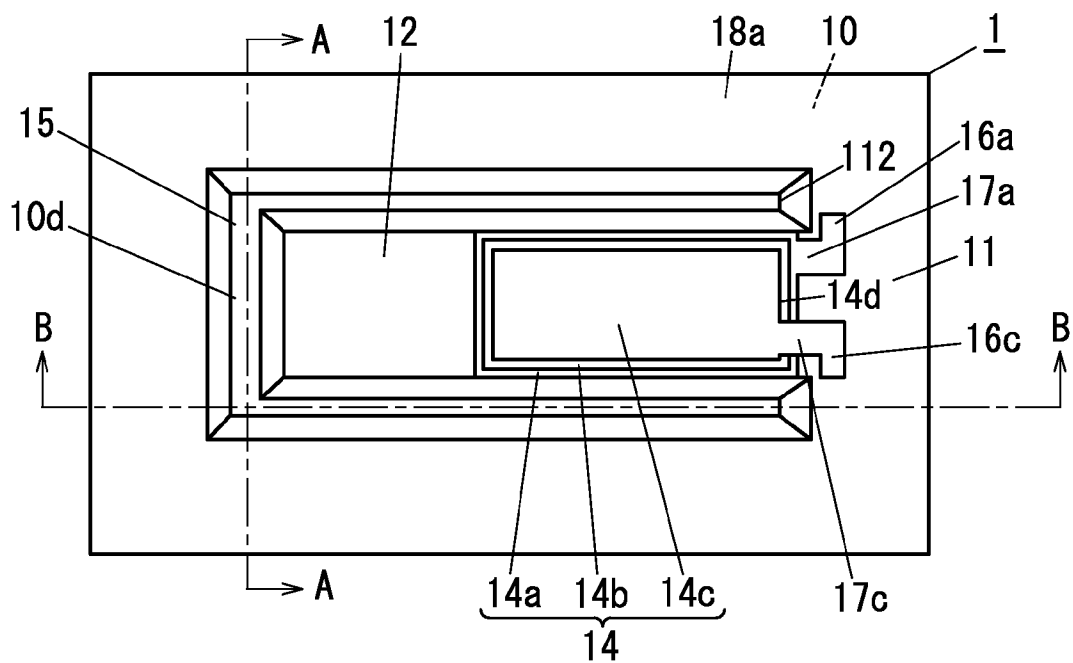
[図7D]



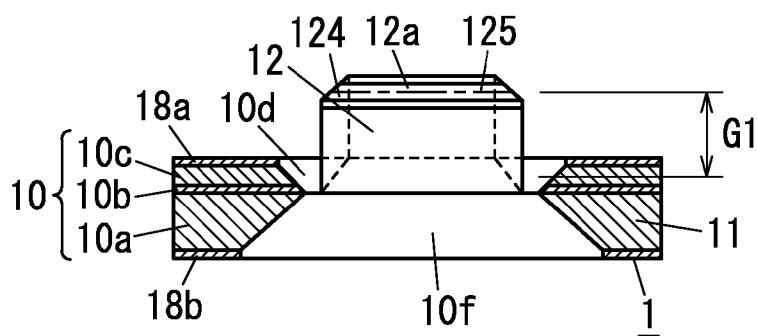
[図8]



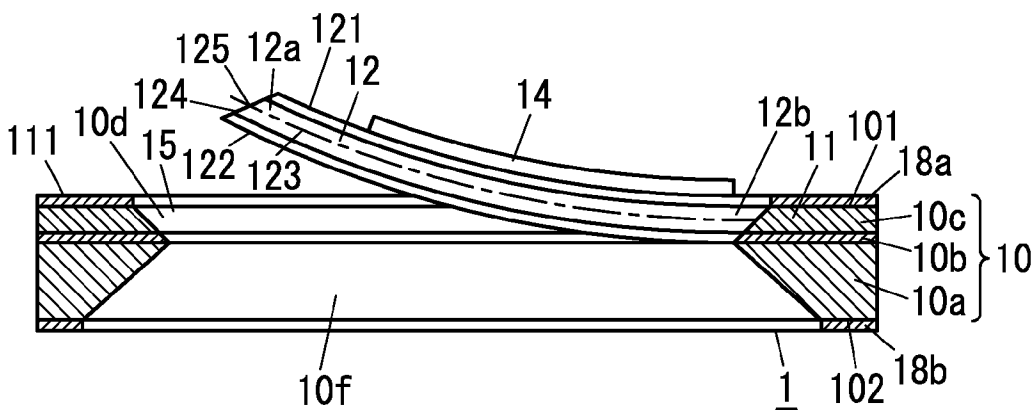
[図9A]



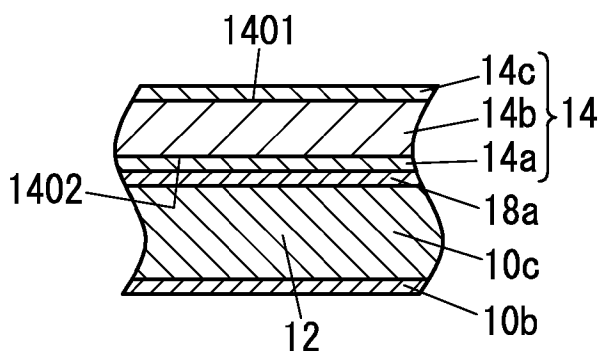
[図9B]



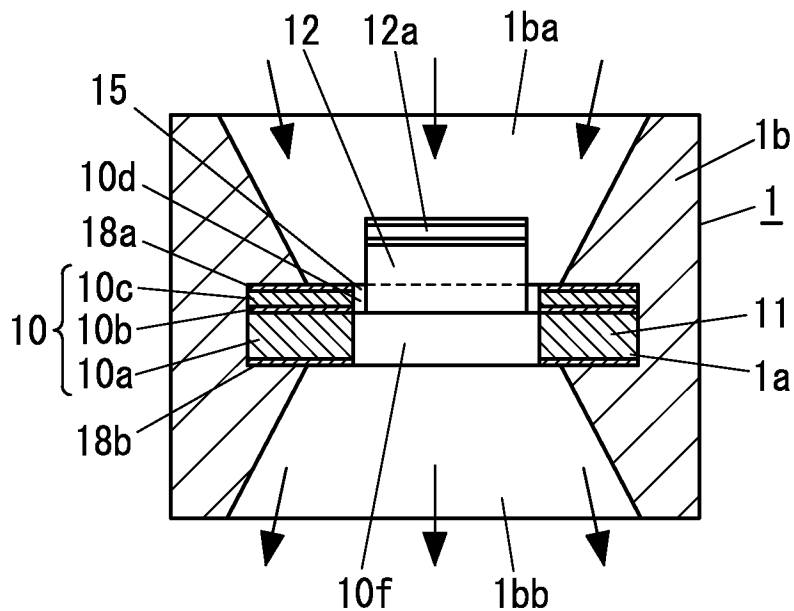
[図9C]



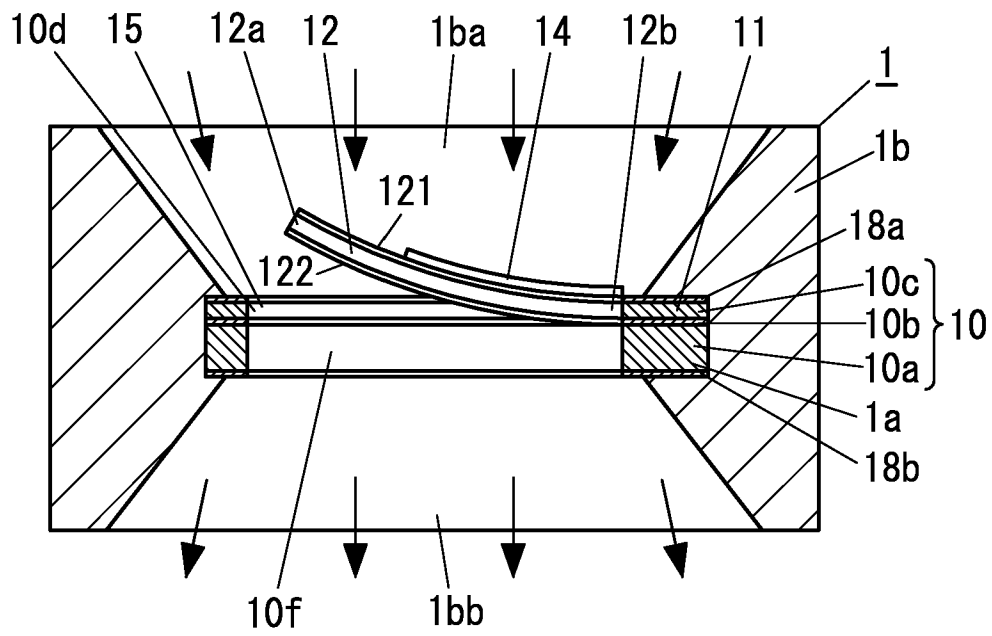
[図9D]



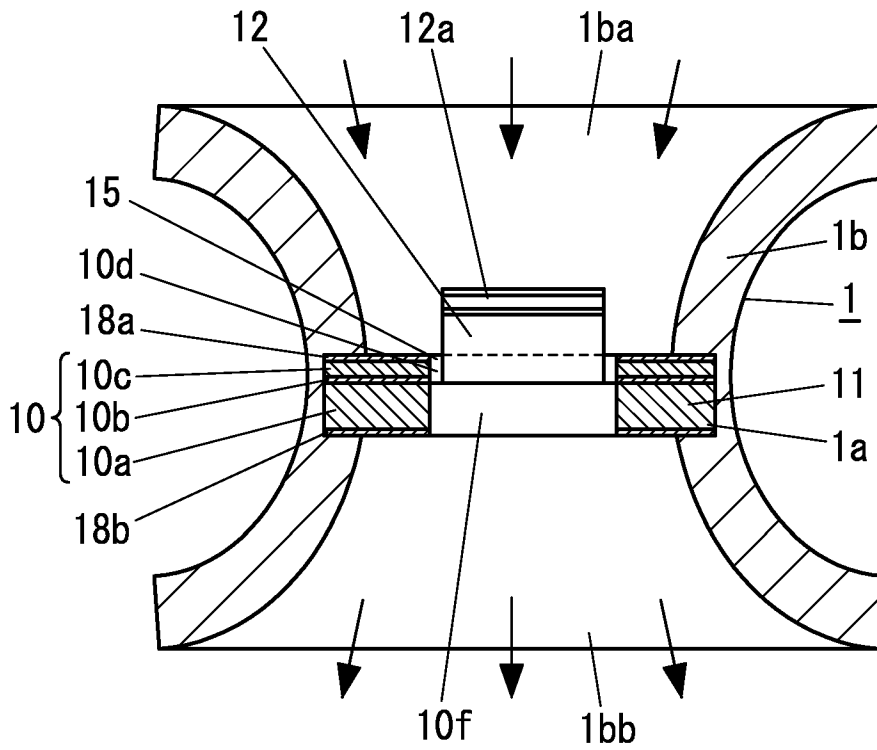
[図10A]



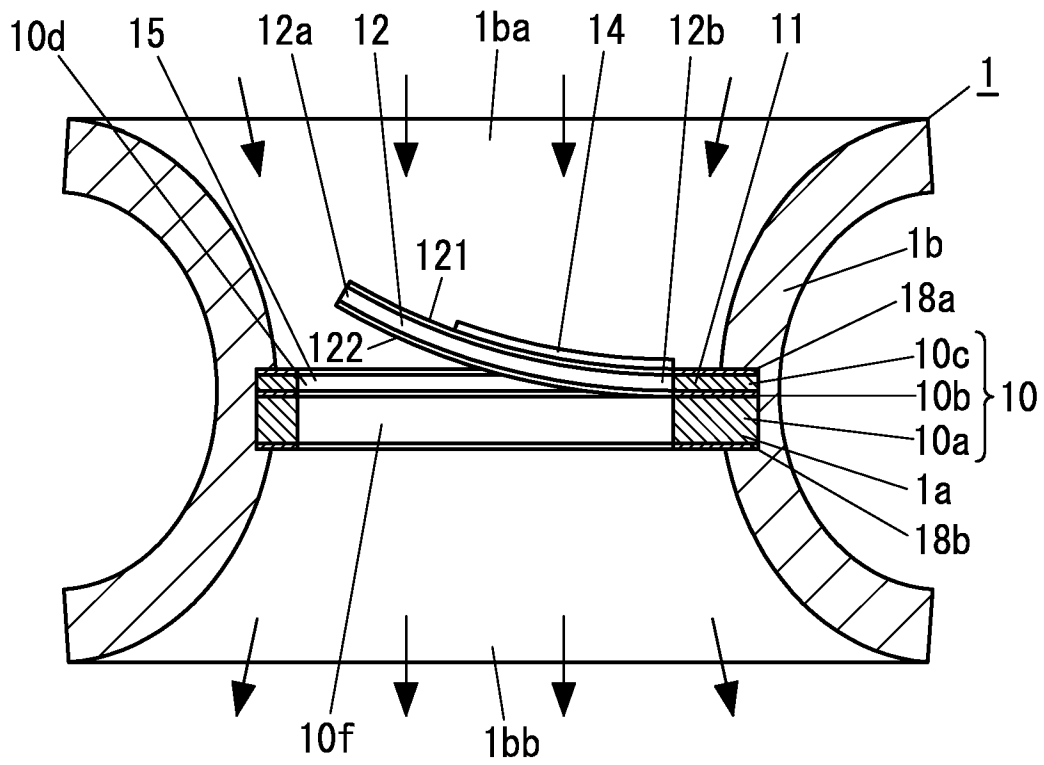
[図10B]



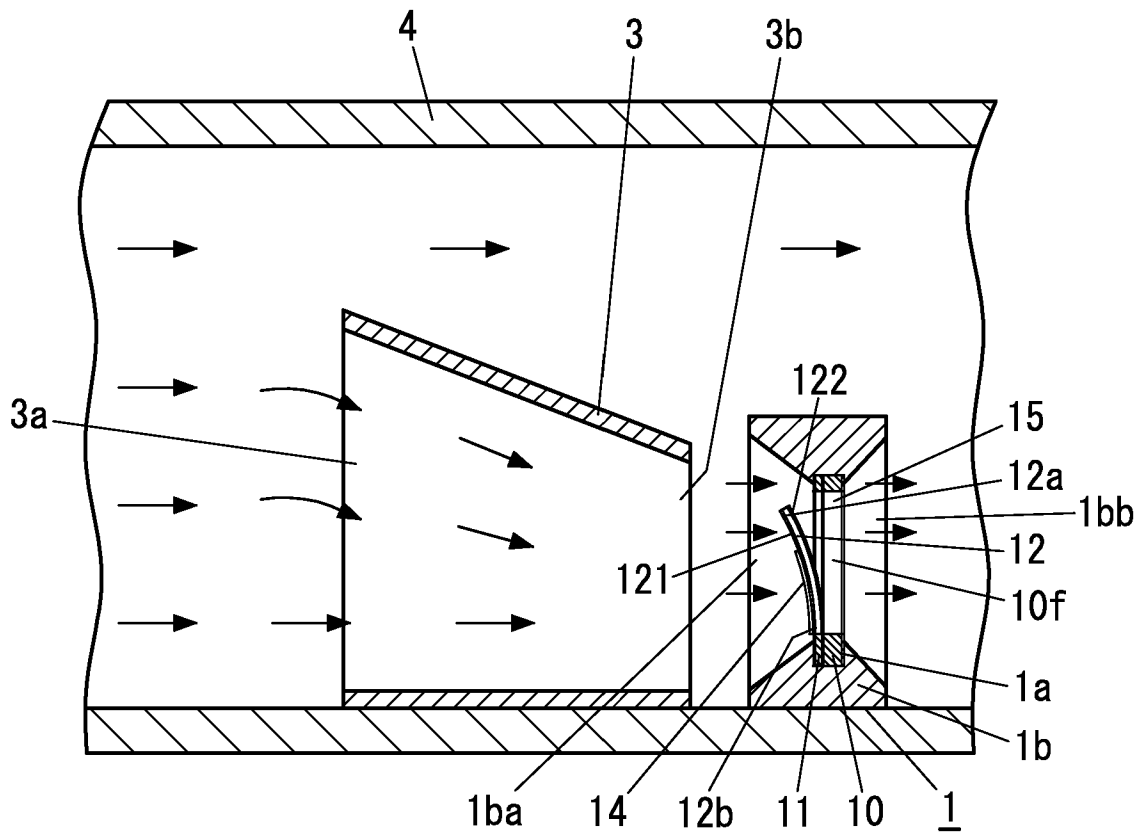
[図11A]



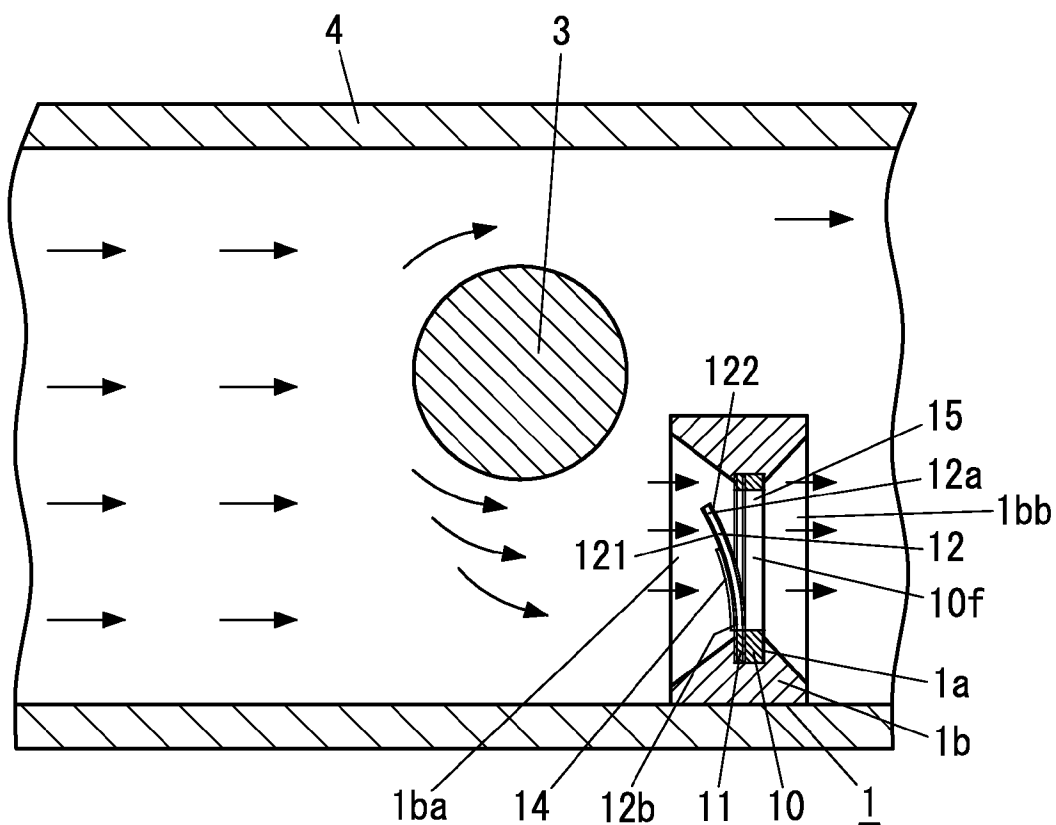
[図11B]



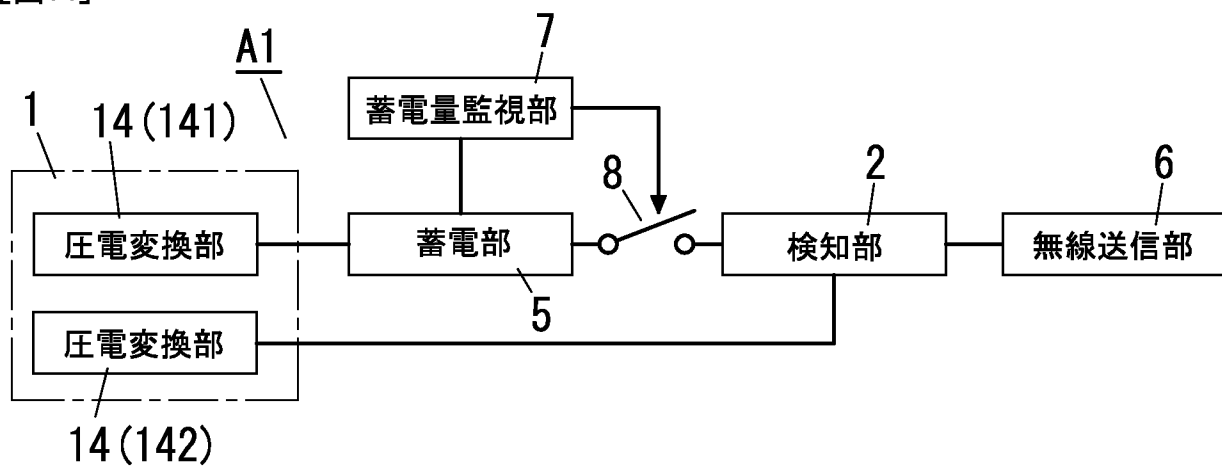
[図12]



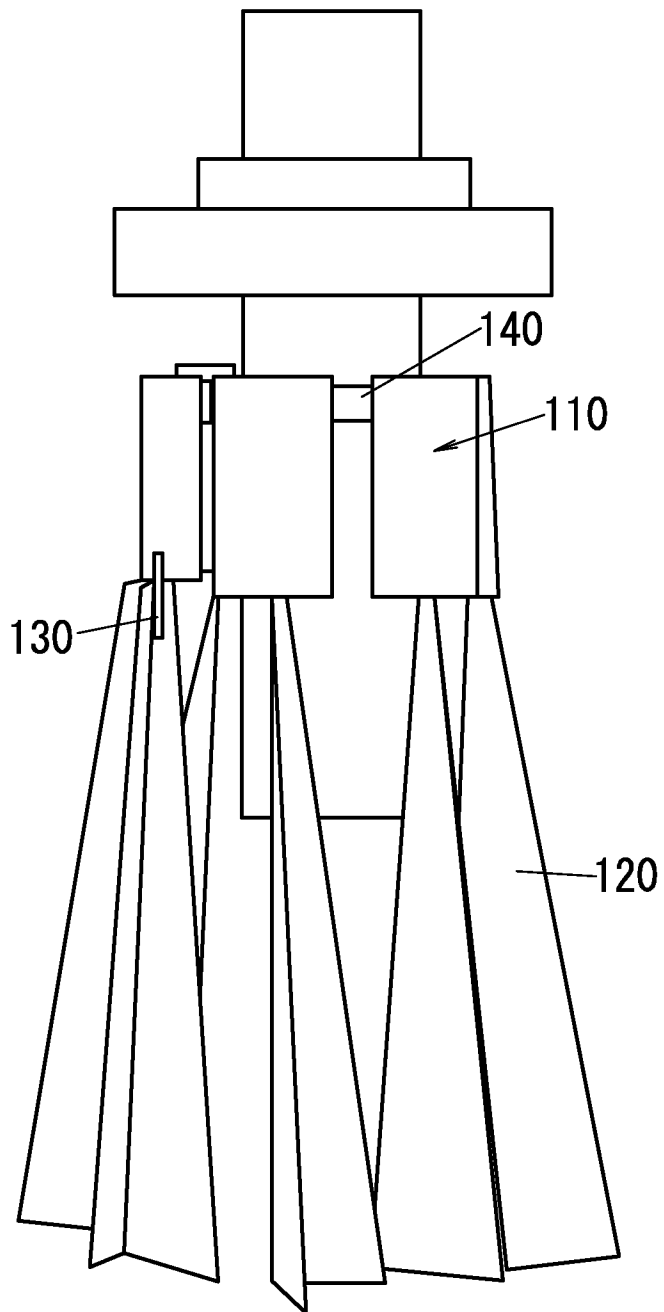
[図13]



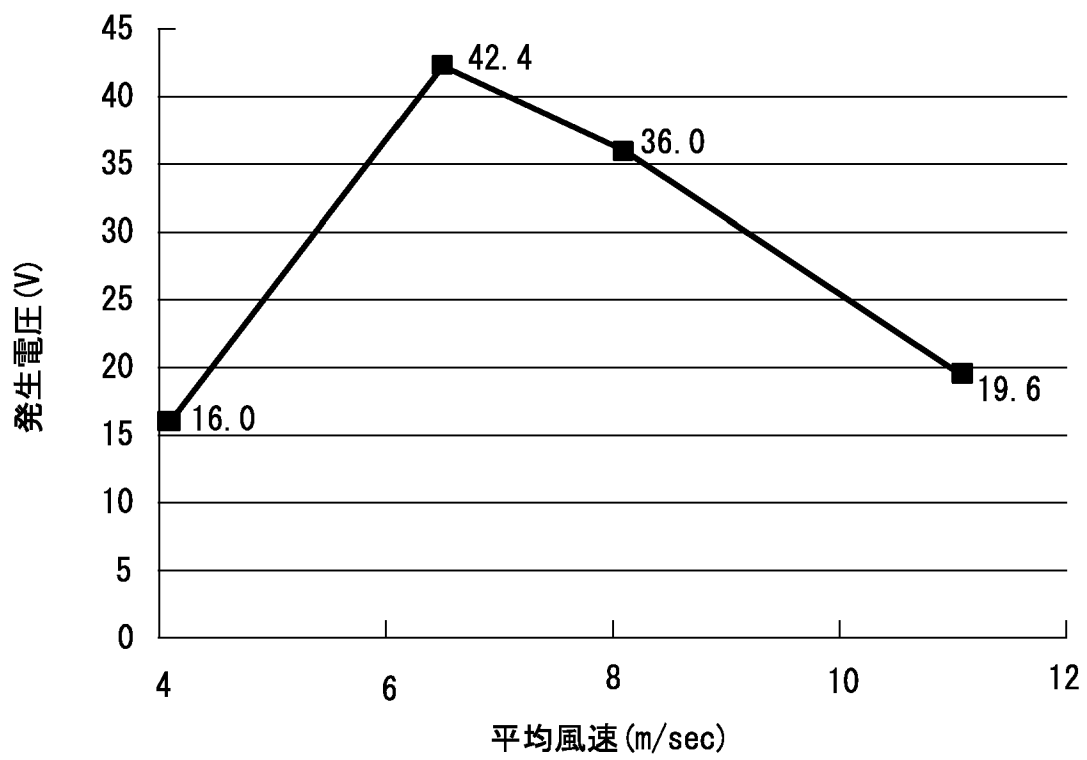
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001512

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P5/02(2006.01) i, F24F11/047(2006.01) i, G01F1/20(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)

G01P5/02-5/14, F24F11/047, G01F1/00-1/90

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 078424/1974 (Laid-open No. 6976/1976) (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 January 1976 (19.01.1976), entire text; all drawings (Family: none)	1 9-11 2-8, 12
Y A	JP 2007-298263 A (Kyodo-Allied Industries Ltd.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraphs [0013], [0018] to [0025], [0041] to [0042] & US 2007/0253831 A1 & EP 1850074 A2 & SG 136834 A & KR 10-2007-0106362 A & CN 101063455 A & MY 139904 A	9-11 12

 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
30 May, 2013 (30.05.13)Date of mailing of the international search report
11 June, 2013 (11.06.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001512

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-233108 A (Toshiba Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), paragraphs [0006], [0014], [0031] to [0039]; fig. 1 to 3 (Family: none)	10-11 12
Y A	JP 2012-85456 A (Seiko Epson Corp.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0003], [0025], [0055] to [0057]; fig. 5 & US 2012/0091859 A1	10-11 12
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 090998/1980 (Laid-open No. 14727/1982) (Tokyo Press Kogyo Co., Ltd.), 26 January 1982 (26.01.1982), specification, page 5, lines 7 to 13; fig. 1 to 2 & US 4449664 A	11 12
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 92566/1989 (Laid-open No. 33373/1991) (Asahi Kogyosha Co., Ltd.), 02 April 1991 (02.04.1991), entire text; all drawings (Family: none)	11 12
A	JP 62-56820 A (Shinmeguro Keiki Kabushiki Kaisha), 12 March 1987 (12.03.1987), entire text; all drawings (Family: none)	2-8,12
A	JP 5-333037 A (Aichi Tokei Denki Co., Ltd.), 17 December 1993 (17.12.1993), abstract (Family: none)	2-8,12
A	JP 7-103996 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 21 April 1995 (21.04.1995), paragraphs [0018], [0037] to [0039]; fig. 1 to 2, 6 (Family: none)	2-8,12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01P5/02(2006.01)i, F24F11/047(2006.01)i, G01F1/20(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. G01P5/02-5/14, F24F11/047, G01F1/00-1/90

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 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 Y A	日本国実用新案登録出願49-078424号(日本国実用新案登録出願公開51-6976号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (松下電器産業株式会社) 1976.01.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 9-11 2-8, 12
Y A	JP 2007-298263 A (キョードー—アライド・インダストリーズ・リミテッド) 2007.11.15, 段落 0013, 0018-0025, 0041-0042 & US 2007/0253831 A1 & EP 1850074 A2 & SG 136834 A & KR 10-2007-0106362 A & CN 101063455 A & MY 139904 A	9-11 12

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 30.05.2013	国際調査報告の発送日 11.06.2013
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) 山下 雅人 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2011-233108 A (株式会社東芝) 2011.11.17, 段落 0006, 0014, 0031-0039、図 1-3 (ファミリーなし)	10-11 12
Y A	JP 2012-85456 A (セイコーエプソン株式会社) 2012.04.26, 段落 0003, 0025, 0055-0057、図 5 & US 2012/0091859 A1	10-11 12
Y A	日本国実用新案登録出願 55-090998 号(日本国実用新案登録出願公開 57-14727 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (東京プレス工業株式会社) 1982.01.26, 明細書第 5 頁第 7-13 行、第 1-2 図 & US 4449664 A	11 12
Y A	日本国実用新案登録出願 1-92566 号(日本国実用新案登録出願公開 3-33373 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイ クロフィルム (株式会社朝日工業社) 1991.04.02, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	11 12
A	JP 62-56820 A (新日黒計器株式会社) 1987.03.12, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	2-8, 12
A	JP 5-333037 A (愛知時計電機株式会社) 1993.12.17, 要約欄 (フ ァミリーなし)	2-8, 12
A	JP 7-103996 A (沖電気工業株式会社) 1995.04.21, 段落 0018, 0037-0039、図 1-2, 6 (ファミリーなし)	2-8, 12