

(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
2017年6月22日(22.06.2017)



(10) 国際公開番号

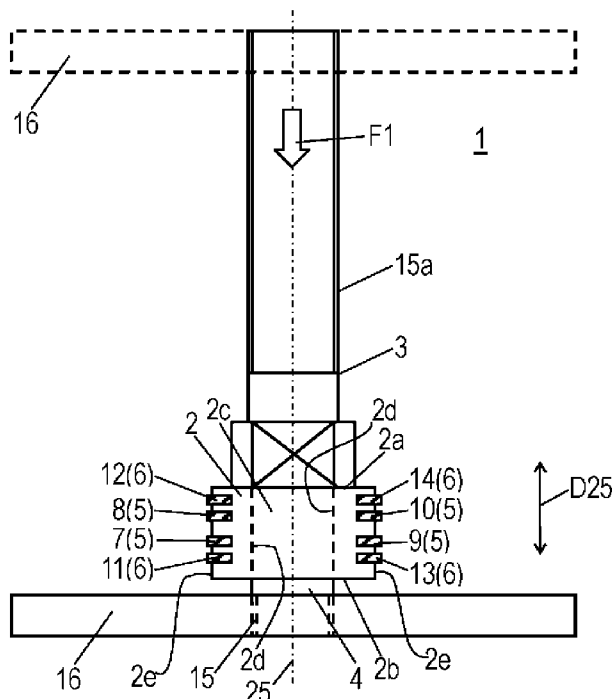
WO 2017/104123 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/22 (2006.01) G01L 5/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/005096
- (22) 国際出願日: 2016年12月9日(09.12.2016)
- (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 2015-244060 2015年12月15日(15.12.2015) JP
特願 2015-245856 2015年12月17日(17.12.2015) JP
特願 2016-002221 2016年1月8日(08.01.2016) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 藤井 謙次(FUJII, Kenji). 油田 康一(ABURATA, Kouichi). 中島 耕一郎(NAKASHIMA, Koichiro). 竹川 敦雄(TAKEKAWA, Atsuo). 織田 慎平(ODA, Shinpei). 早馬 悟司(HAYAMA, Satoshi). 鍋谷 公志(NABETANI, Kouji).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA, Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号パナソニックIPマネジメント株式会社内 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: STRAIN SENSOR AND LOAD DETECTION APPARATUS USING STRAIN SENSOR

(54) 発明の名称: 歪センサと、歪センサを用いた荷重検出装置



(57) Abstract: This strain sensor is provided with: a strain-generating body; first and second connection parts extending out from the strain-generating body; and first and second bridge circuits provided to the strain-generating body. The strain-generating body has a cylindrical shape having first and second opening ends arranged opposite to each other in an axial direction. The first connection part extends out from the first opening end of the strain-generating body in a direction away from the strain-generating body. The second connection part extends from the second opening end of the strain-generating body in a direction away from the strain-generating body. This strain sensor is highly reliable.

(57) 要約: 歪センサは、起歪体と、起歪体から延出する第1と第2の接続部と、起歪体に設けられた第1と第2のブリッジ回路とを備える。起歪体は、軸方向に配列された互いに反対側の第1と第2の開口端とを有する筒形状を有する。第1の接続部は、起歪体から離れる方向に起歪体の第1の開口端から延出する。第2の接続部は、起歪体から離れる方向に起歪体の第2の開口端から延出する。この歪センサは高い信頼性を有する。

WO 2017/104123 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：歪センサと、歪センサを用いた荷重検出装置

技術分野

[0001] 本開示は、歪みを検出できる歪センサと、それを用いた荷重検出装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1、2 は、起歪体の軸方向への圧縮荷重により生じる起歪体の外周面の変形する部分に配置された歪検出素子を備えた歪センサを開示している。特許文献 3 は、起歪体の引張変形させられる部分の外周面に設けられた歪検出素子を備えた歪センサを開示している。特許文献 4 は、起歪体の外周面が引張変形する部分と圧縮変形する部分とに区分けされており、それらの部分に設けられた歪検出素子を備えた歪センサを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第 4 7 6 0 4 8 5 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7 - 7 1 7 4 1 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 8 - 2 8 1 5 4 0 号公報

特許文献4：特開 2 0 0 8 - 2 8 1 5 4 7 号公報

発明の概要

[0004] 歪センサは、起歪体と、起歪体から延出する第 1 と第 2 の接続部と、起歪体に設けられた第 1 と第 2 のブリッジ回路とを備える。起歪体は、軸方向に配列された互いに反対側の第 1 と第 2 の開口端とを有する筒形状を有する。第 1 の接続部は、起歪体から離れる方向に起歪体の第 1 の開口端から延出する。第 2 の接続部は、起歪体から離れる方向に起歪体の第 2 の開口端から延出する。

[0005] この歪センサは高い信頼性を有する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は実施の形態1における歪センサの側面図である。

[図2]図2は実施の形態1における歪センサの起歪体の展開図である。

[図3A]図3Aは実施の形態1における歪センサのブリッジ回路の回路図である。

[図3B]図3Bは実施の形態1における歪センサのブリッジ回路の回路図である。

[図4]図4は実施の形態1における歪センサを用いた荷重検出装置の側面図である。

[図5]図5は図4に示す荷重検出装置の線V-Vにける断面図である。

[図6A]図6Aは実施の形態2における歪センサの側面図である。

[図6B]図6Bは実施の形態2における歪センサの上面図である。

[図6C]図6Cは図6Bに示す歪センサの線V-C-V-Cにおける断面図である。

[図7A]図7Aは荷重が加えられたときの実施の形態2における歪センサの上面図である。

[図7B]図7Bは図7Aに示す歪センサの線V-B-V-Bにおける断面図である。

[図8A]図8Aは図7Aに示す歪センサの上面図である。

[図8B]図8Bは実施の形態2における他の歪センサの上面図である。

[図9]図9は実施の形態2における歪センサを用いた荷重検出装置の側面図である。

[図10]図10は図9に示す荷重検出装置の線X-Xにおける断面図である。

[図11A]図11Aは実施の形態3における歪センサの側面図である。

[図11B]図11Bは実施の形態3における歪センサの上面図である。

[図11C]図11Cは図11Bに示す歪センサの線X-C-X-Cにおける断面図である。

[図12]図12は実施の形態3における歪センサの外周面の展開図である。

[図13]図13は実施の形態3における歪センサのブロック回路図である。

[図14]図 1 4 は実施の形態 3 における歪センサに生じる歪みの分布を示す図である。

[図15]図 1 5 は実施の形態 3 における他の歪センサの外周面の展開図である。

[図16]図 1 6 は実施の形態 3 における歪センサを用いた荷重検出装置の側面図である。

[図17]図 1 7 は図 1 6 に示す荷重検出装置の線 X V | | - X V | | における断面図である。

[図18A]図 1 8 A は実施の形態 4 における歪センサの側面図である。

[図18B]図 1 8 B は実施の形態 4 における歪センサの上面図である。

[図18C]図 1 8 C は図 1 8 B に示す歪センサの線 X V | | | C - X V | | | C における断面図である。

[図19]図 1 9 は実施の形態 4 における歪センサの外周面の展開図である。

[図20A]図 2 0 A は実施の形態 5 における歪センサの側面図である。

[図20B]図 2 0 B は実施の形態 5 における歪センサの上面図である。

[図20C]図 2 0 C は図 2 0 B に示す歪センサの線 X X C - X X C における断面図である。

[図21]図 2 1 は実施の形態 5 における歪センサの外周面の展開図である。

発明を実施するための形態

[0007] (実施の形態 1)

図 1 は実施の形態 1 における歪センサ 1 の側面図である。歪センサ 1 は、起歪体 2 と、接続部 3、4 と、起歪体 2 に形成されたブリッジ回路 5、6 とを備える。起歪体 2 は、軸方向 D 2 5 に配列されて互いに反対側の開口端 2 a、2 b と、開口端 2 a、2 b に連通する中空部 2 c とを有する筒形状を有する。開口端 2 a、2 b は軸方向 D 2 5 に延びて中空部 2 c を通る軸 2 5 に沿って配置されている。起歪体 2 は、中空部 2 c に面して軸 2 5 に対向する内周面 2 d と、内周面 2 d の反対側に対向して起歪体 2 の外部に面する外周面 2 e とを有する。接続部 3 は起歪体 2 の開口端 2 a に接続されており、接

続部 4 は起歪体 2 の開口端 2 b に接続されている。起歪体 2 の中空部 2 c 内において接続部 3 と接続部 4 との間には空隙が設けられており、互いに離れている。ブリッジ回路 5 は歪検出素子 7、8、9、10 を有する。ブリッジ回路 6 は歪検出素子 11、12、13、14 を有する。接続部 4 にはネジ部 15 が設けられ、接続部 4 はネジ部 15 で部材 16 に接続されている。接続部 3 または接続部 4 に荷重 F 1 が加えられると起歪体 2 に歪みが生じ、この歪みがブリッジ回路 5、6 で検出される。実施の形態 1 における歪センサ 1 では、接続部 3 に部材 16 と同様の部材を接続できるようにネジ部 15 a が設けられている。なお、図 1 においてネジ部 15 は雄ネジであるが、雌ネジであってもよい。

[0008] 図 2 は起歪体 2 の外周面 2 e の展開図である。起歪体 2 の外周面 2 e には、出力電極 17、18 と、電源電極 19 とグランド電極 20 を含む回路パターン 17 p が設けられている。外周面 2 e には、出力電極 21、22 と、電源電極 23 とグランド電極 24 からなる回路パターン 21 p が設けられている。電源電極 19 と出力電極 17 との間には直列に歪検出素子 7 が接続され、グランド電極 20 と出力電極 17 との間には直列に歪検出素子 8 が接続され、電源電極 19 と出力電極 18 との間には直列に歪検出素子 9 が接続され、グランド電極 20 と出力電極 18 との間には直列に歪検出素子 10 が接続されている。歪検出素子 7～10 は外周面 2 e に設けられたブリッジ回路 5 を構成する。電源電極 23 と出力電極 21 との間には直列に歪検出素子 11 が接続され、グランド電極 24 と出力電極 21 との間には直列に歪検出素子 12 が接続され、電源電極 23 と出力電極 22 との間には直列に歪検出素子 13 が接続され、グランド電極 24 と出力電極 22 との間には直列に歪検出素子 14 が接続されている。歪検出素子 11～14 は外周面 2 e に設けられたブリッジ回路 6 を構成する。

[0009] 図 3 A と図 3 B はそれぞれブリッジ回路 5、6 の回路図である。歪検出素子 7、8、11、12 は起歪体 2 の軸方向 D 25 に配列されている。歪検出素子 11、12 の間に歪検出素子 7、8 が配置されている。歪検出素子 9、

10、13、14は軸方向D25に配列されている。歪検出素子13、14の間に歪検出素子9、10が配置されている。歪検出素子8、10、12、14は歪検出素子7、9、11、13よりも起歪体2の開口端2aすなわち接続部3の近くに設けられており、歪検出素子7、9、11、13は歪検出素子8、10、12、14よりも起歪体2の開口端2bすなわち接続部4の近くに設けられている。

[0010] 起歪体2は、ステンレス等の金属により構成された起歪体2の外周面にガラスペーストを印刷した後に、ガラスペーストを約550℃で約10分間焼成することにより形成される。次に、起歪体2の外周面2eに銀のペーストを印刷して約550℃で約10分間焼成して回路パターン17p、21pを形成し、抵抗ペーストを印刷して約550℃で約10分間焼成することで歪センサ1を形成する。接続部3、4は、起歪体2に溶接により接合してもよく、接続部4と同一材料からなる部材16を加工して形成しても良い。

[0011] 次に、歪センサ1に部材16から荷重が印加されたときの歪センサ1の動作を説明する。

[0012] 歪センサ1には、接続部3または接続部4を介して軸方向D25に起歪体2を押す荷重F1が加えられ、この荷重によって起歪体2は変形する。接続部3に荷重F1が加わったときの歪センサ1の動作を説明する。接続部3を介して起歪体2に荷重F1が加わると、接続部4にせん断荷重が加わる。このせん断荷重により、起歪体2の外周面2eにモーメント力が作用し、起歪体2は外周面2eが外側に変位するように変形する。

[0013] この様に起歪体2が変形することで、接続部3に荷重F1を加えた場合、歪検出素子7、9、11、13に圧縮応力と小さな引張応力との一方が加わる。同時に、歪検出素子8、10、12、14には引張応力が加わる。歪検出素子7、9、11、13に圧縮応力が加わった場合には、歪検出素子7、9、11、13の抵抗値が小さくなり、歪検出素子8、10、12、14の抵抗値が大きくなる。歪検出素子7、9、11、13に小さな引張応力が加わった場合には、この引張応力は歪検出素子8、10、12、14に加わっ

た引張応力より小さいので、歪検出素子 7、9、11、13 の抵抗値が少し大きくはなるが、歪検出素子 8、10、12、14 の抵抗値は歪検出素子 7、9、11、13 の抵抗値の変化量より大きい量だけ大きくなる。いずれの場合でも、出力電極 17、18 の間で電位差が生じ、この電位差を処理回路で信号処理することによって検出荷重に応じた信号がブリッジ回路 5 から出力される。同時に、出力電極 21、22 の間で電位差が生じ、この電位差を処理回路で信号処理することによって荷重 F1 に応じた信号がブリッジ回路 6 から出力される。

[0014] 荷重 F1 が印加されたときに、起歪体 2 の軸方向 D25 での端部すなわち開口端 2a、2b に近い部分の方が起歪体 2 の軸方向 D25 における中心の部分よりも歪みが大きくなる。ブリッジ回路 5 を囲むようにブリッジ回路 6 が形成されているので、歪検出素子 10 よりも歪検出素子 14 の方が大きな歪みを検出することが出来る。このため、ブリッジ回路 5 よりもブリッジ回路 6 の方が感度が良い。一方で、歪検出素子 14 には大きな歪みが生じるため、歪検出素子 10 よりも断線を起こし易い。しかしながら、歪センサ 1 では、2 つのブリッジ回路 5、6 で歪みを検出しているため、大きな歪みの加わるブリッジ回路 6 が断線しても、ブリッジ回路 5 で歪みを検出することが出来る。このように、歪センサ 1 は冗長性を有しているため高い信頼性を有する。

[0015] 図 4 は歪センサ 1 を用いた荷重検出装置 26 の概略図である。図 5 は荷重検出装置 26 の線 V-V における断面図である。

[0016] 荷重検出装置 26 は、荷重である踏力 f1 が入力されるペダルアームである入力部材 27 と、入力部材 27 に接続されたクレビスピン 28 とクレビス 29 からなる接続部材 28a と、接続部材 28a のクレビス 29 と接続されて踏力 f1 を伝達するオペロッドである伝達部材 30 とを有している。歪センサ 1 は伝達部材 30 と接続部材 28a のクレビス 29 との間に接続されている。接続部 3、4 にはネジ部 15a、15 がそれぞれ設けられている。接続部 3 はネジ部 15a でクレビス 29 と接続され、接続部 4 はネジ部 15 で

伝達部材 30 と接続されている。

[0017] 荷重検出装置 26 は車両に取り付けられる。車両の乗員がペダルアームである入力部材 27 を踏み踏力 f_1 を入力部材 27 に加えると、入力部材 27 によって接続部材 28 a のクレビスピン 28 が押され、クレビスピン 28 を介して接続部材 28 a のクレビス 29 がオペロッドである伝達部材 30 の方向に押される。接続部材 28 a のクレビス 29 が押されることにより、クレビス 29 に繋がれた歪センサ 1 を介して伝達部材 30 が押される。このとき、歪センサ 1 には接続部 3 から軸方向 D 25 に起歪体 2 を押す荷重 F_1 が加えられる。起歪体 2 に設けられたブリッジ回路 5、6 は、荷重 F_1 に起因して起歪体 2 に生じた歪を検出する。これにより、ブレーキペダルに加えられた踏力 f_1 を検出することが出来る。

[0018] 歪センサ 1 は 2 つのブリッジ回路 5、6 で踏力 f_1 を検出して冗長性を有しており、高い信頼性を有する。このため、ブレーキペダルの安全性を向上させることができる。

[0019] 歪み検出装置 26 は、歪センサ 1 の検出精度を向上させることができるため、車両用ペダルの踏み込み荷重を検出する装置や、乗員の重量を検出する装置等に有用である。

[0020] (実施の形態 2)

図 6 A と図 6 B はそれぞれ実施の形態 2 における歪センサ 101 の側面図と上面図である。図 6 C は図 6 B に示す歪センサ 101 の線 V I C - V I C における断面図である。歪センサ 101 は起歪体 105 を有する。起歪体 105 は、受圧部 102 と、受圧部 102 に接続された起歪部 103 と、起歪部 103 に接続された受圧部 104 とを有する。受圧部 102 は、軸 A 101 に沿って互いに反対側に配列された開口端 102 a、102 b と、開口端 102 a、102 b に連通する中空部 102 c とを有する円筒形状を有する。起歪部 103 は、軸 A 101 に沿って互いに反対側に配列された開口端 103 a、103 b と、開口端 103 a、103 b に連通する中空部 103 c とを有する円筒形状を有する。受圧部 104 は、軸 A 101 に沿って互いに

反対側に配列された開口端 104 a、104 b と、開口端 104 a、104 b に連通する中空部 104 c とを有する円筒形状を有する。受圧部 102 の開口端 102 b は起歪部 103 の開口端 103 a に接続され、起歪部 103 の開口端 103 b は受圧部 104 の開口端 104 a に接続されている。中空部 102 c、103 c、104 c は互いに連通して中空部 105 c を構成する。すなわち、起歪体 105 は、全体として、軸 A 101 に沿って互いに反対側に配列された開口端 102 a、104 b と、開口端 102 a、104 b に連通する中空部 105 c とを有する筒形状を有する。歪センサ 101 の起歪体 105 の中空部 105 c 内には接続部材 106 が挿入されている。起歪体 105 は、中空部 105 c に面する内周面 105 d と、内周面 105 d の反対側で起歪体 105 の外部に面する外周面 105 e とを有する。

[0021] 図 6 A から図 6 C において互いに直角の X 軸と Y 軸と Z 軸とを定義する。軸 A 101 は Z 軸と平行に延びている。図 6 A から図 6 C に示す歪センサ 101 では、接続部材 106 に X 軸の方向に荷重 F 101 が加えられるように構成されている。X 軸は、軸 A 101 から直角に延びる複数の径方向 D r のうちの径方向 D r 101 に延びる。Y 軸は、複数の径方向 D r のうちの X 軸すなわち径方向 D r 101 と直交する径方向 D r 102 に延びる。接続部材 106 は Z 軸が延びる軸方向 D 101 に延びる。起歪体 105 には歪検出素子 107 が設けられている。荷重 F 101 によって起歪体 105 に生じた歪みが歪検出素子 107 で検出される。歪検出素子 107 は、軸方向 D 101 と複数の径方向 D r とに直角の周方向 D c に起歪体 105 の外周面 105 e に沿って設けられている。

[0022] 受圧部 102 は中空部 102 c (105 c) に面する受け部 108 を有する。接続部材 106 から歪センサ 101 に荷重 F 101 が加えられるとき、接続部材 106 と受け部 108 とが当接する。受け部 108 にはテーパ面 108 t が形成されており、受け部 108 を形成する時のバリの発生を防止できている。これにより、荷重 F 101 が印加されるときに受け部 108 の特定の位置に応力が集中することを防止することが出来る。また、中空部 1

02c (105c) に接続部材106を挿入するときに接続部材106を容易に位置決めでき、容易に組み立てられる。なお、歪センサ101の受け部108は受圧部102と一体に形成されているが、受圧部102とは別体として形成しても良い。また、受け部108にテーパ面108tを設けなくても接続部材106から歪センサ101に加えられた荷重F101を検出することは可能である。受圧部102の径方向Drの厚さは受圧部104の径方向Drの厚さと起歪部103の径方向Drの厚さよりも大きく、また、受圧部104の径方向Drの厚さが起歪部103の径方向Drの厚さよりも大きい。

[0023] ステンレス等の金属により構成された起歪体105の外周面105eにガラスペーストを印刷した後に、約550℃で約10分間焼成して起歪体105を形成する。次に、起歪体105の外周面105eに、銀のペーストを印刷して約550℃で約10分間焼成して回路パターンを形成し、抵抗ペーストを印刷し、起歪体105を約550℃で約10分間焼成することで歪センサ101を形成する。起歪体105を形成するときに、受圧部102と起歪部103は、受圧部104に溶接により接合して一体的に形成してもよく、同一材料からなる部材を加工して形成してもよい。

[0024] 次に、歪センサ101に荷重F101が入力されたときの歪センサ101の動作について説明する。

[0025] 図7Aは荷重F101が加えられた歪センサ101の上面図である。図7Bは図7Aに示す歪センサ101の線V-V'における断面図である。

[0026] 接続部材106から起歪体105に荷重F101が加えられると接続部材106と起歪体105は接触領域109で接触し、荷重F101を大きくするにつれて接触領域109の周方向のDcの面積は大きくなる。

[0027] 接続部材106に荷重F101が加えられたとき、接触領域109の軸A101と直角の方向の幅W102pは、起歪体105のポアソン比 ν_1 と、接続部材106のポアソン比 ν_2 と、起歪体105と接続部材106の曲率の和

Σ_p と、起歪体 105 のヤング率 E_1 と、接続部材 106 のヤング率 E_2 と、接触領域 109 の軸方向 D101 の長さ L_{101} により（数 1）で表される。

[0028] [数1]

$$W102p = \sqrt{\frac{4 \cdot \left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2} \right) \cdot F101}{\pi \cdot \Sigma_p \cdot L101}}$$

[0029] 荷重 F101 の方向から見て接触領域 109 の外側で起歪体 105 に生じる歪みが局部的に最も大きくなり、荷重 F101 の方向から見て接触領域 109 以外の起歪体 105 の外側で起歪体 105 に生じる歪みは小さくなる。したがって、荷重 F101 の方向から見て接触領域 109 より内側に歪検出素子 107 を設けると、歪検出素子 107 の歪みの変化が小さくなり、局部的に大きくなった歪みの全てを検出できないため、歪センサ 101 の検出精度が低下する。歪センサ 101 では、荷重 F101 の方向から見て歪検出素子 107 が接触領域 109 より外側に位置する部分 107k を有する、すなわち、歪検出素子 107 の Y 軸の方向であり周方向 Dc での互いに反対側の両端 P_{101} 、 P_{102} を結ぶ直線 L_{107} の長さが幅 W102p 以上であり、かつ荷重 F101 の方向から見て接触領域 109 が端 P_{101} 、 P_{102} 間に位置するので、荷重 F101 が大きくなっても検出精度の低下を抑制できる。

[0030] また、このときの歪検出素子 107 の周方向 Dc の長さ W107 は、起歪体 105 の外周の半径 R105 により（数 2）を満たす。

[0031] [数2]

$$W107 \geq 2 \cdot R105 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{W102p}{2 \cdot R105} \cdot \frac{\pi}{180} \right)$$

[0032] 歪センサ 101 の使用条件に応じて接続部材 106 にかかる荷重 F101

の最大値を求めて、（数２）式を満たす長さ $W107$ を有する歪検出素子 107 を設ければ、荷重 $F101$ の大きさによらず精度良く荷重 $F101$ を検出することができる。

[0033] 荷重 $F101$ を大きくしていくと接触領域 109 の面積は大きくなり、接続部材 106 の荷重 $F101$ の方向の半周面の全面で起歪体 105 と接触する。また、起歪体 105 の内径と接続部材 106 の外径が同じである場合でも接続部材 106 の荷重 $F101$ の方向の半周面の全面で起歪体 105 と接触する。

[0034] 図８Ａは、起歪体 105 の内径と接続部材 106 の外径とが同じである場合に接続部材 106 の半周面の全面で起歪体 105 と接触するときの歪センサ 101 の上面図である。このとき、接続部材 106 の半径 $r106$ により、接触領域 109 の幅 $W102p$ は $2 \cdot r106$ と等しくなる。荷重 $F101$ をどれだけ大きくしても接触領域 109 の幅 $W102p$ は $2 \cdot r106$ よりも大きくなる。したがって、歪検出素子 107 の長さ $W107$ が（数３）を満たすように歪センサ 101 を設計することで、使用条件によらず常に精度良く荷重 $F101$ を検出できる歪センサ 101 を得ることが出来る。

[0035] [数３]

$$W107 \geq 2 \cdot R105 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{r106}{R105} \cdot \frac{\pi}{180} \right)$$

[0036] 図８Ｂは実施の形態２における他の歪センサ $101a$ の上面図である。図８Ｂにおいて、図６Ａから図８Ａに示す歪センサ 101 と同じ部分には同じ参照番号を付す。図８Ｂに示す歪センサ $101a$ は、図６Ａから図８Ａに示す歪センサ 101 の歪検出素子 107 の代わりに、歪検出素子 3107 を構成する複数の歪感知素子 1107 、 2107 を備える。図６Ａから図８Ａに示す歪センサ 101 では、歪検出素子 107 は単一の素子で構成されている。図８Ｂに示す歪センサ $101a$ では、歪感知素子 1107 、 2107 は互

いに周方向D cで離間して、電氣的に接続されている。歪検出素子3107の周方向D cの端P₁₁₀₁、P₁₁₀₂が接触領域109の外側に位置するように歪感知素子1107、2107が設けられることで、歪センサ101と同様の効果を得ることが出来る。

[0037] 図9は、歪センサ101を用いた荷重検出装置110の概略図である。図10は図9に示す荷重検出装置110の線X-Xにおける断面図である。

[0038] 歪センサ101の受圧部104の外周面には固定部111が取り付けられている。

[0039] 荷重検出装置110は、荷重である踏力f101が入力されるペダルアームである入力部材112と、入力部材112と接続された接続部材115と、接続部材115に接続され踏力f101を伝達するオペロッドで伝達部材116とを有している。接続部材115は、入力部材112と接続されたクレビスピン113と、クレビス114とを有する。伝達部材116はクレビス114に接続されている。

[0040] ペダルアーム（入力部材112）に孔117が設けられている。歪センサ101が孔117に嵌められるようにペダルアームにネジ等により接続されている。歪センサ101の中空部105cには歪センサ101の軸方向D101に延びるようにクレビスピン113が挿入されている。歪センサ101の受け部108がクレビスピン113と接し、固定部111がペダルアーム（入力部材112）に接するように固定されている。

[0041] 荷重検出装置110は車両に取り付けられる。車両の乗員がペダルアーム（入力部材112）を踏み踏力f101をペダルアーム（入力部材112）に加えると、ペダルアーム（入力部材112）によってクレビスピン113が押され、クレビスピン113に歪センサ101がオペロッド（伝達部材116）に向かって押される。

[0042] このとき、クレビスピン113に受圧部102が押されることによって、起歪部103と受圧部104にせん断歪が生じ、このせん断歪を受圧部104に設けられた歪検出素子107によって検出することにより、踏力f10

1を検出することができる。

[0043] 歪センサ101は、受圧部102の荷重F101が加えられたときに起歪体105の歪みが最も大きくなる部分に歪検出素子107が設けられており、受圧部202に生じた歪みを効率的に検出することが出来る。このため、乗員がペダルアームに加えた踏力f101を精度良く検出することができる。

[0044] 実施の形態2では、歪センサ101の受圧部102と起歪部103と受圧部104とは円筒形状を有する。受圧部102と起歪部103と受圧部104とは、例えば正方形環形状や矩形環形状、多角形環形状等の他の環形状を有していてもよい。受圧部102と起歪部103と受圧部104とが多角形環形状を有する場合、接続部材106が受圧部102の多角形環形状の角に荷重Fが印加されるように歪センサ101を配置することで、接続部材106が受圧部102と複数の点で接するようにできる。これにより、応力の集中を防止することができ、受圧部102及び接続部材106の耐久性を向上させることができる。

[0045] 実施の形態2における歪センサ101は高い検出精度を有するので、車両用ペダル類の踏み込み荷重の検出、車両用パーキングブレーキのケーブル張力の検出等に有用である。

[0046] (実施の形態3)

図11Aと図11Bはそれぞれ実施の形態3の歪センサ201の側面図と上面図である。図11Cは図11Bに示す歪センサ201の線X1C-X1Cにおける断面図である。歪センサ201は起歪体205を有する。起歪体205は、受圧部202と、受圧部202に接続された起歪部203と、起歪部203に接続された受圧部204とを有する。受圧部202は、軸A201に沿って互いに反対側に配列された開口端202a、202bと、開口端202a、202bに連通する中空部202cとを有する円筒形状を有する。起歪部203は、軸A201に沿って互いに反対側に配列された開口端203a、203bと、開口端203a、203bに連通する中空部203

cとを有する円筒形状を有する。受圧部204は、軸A201に沿って互いに反対側に配列された開口端204a、204bと、開口端204a、204bに連通する中空部204cとを有する円筒形状を有する。受圧部202の開口端202bは起歪部203の開口端203aに接続され、起歪部203の開口端203bは受圧部204の開口端204aに接続されている。中空部202c、203c、204cは互いに連通して中空部205cを構成する。すなわち、起歪体205は、全体として、軸A201に沿って互いに反対側に配列された開口端202a、204bと、開口端202a、204bに連通する中空部205cとを有する筒形状を有する。歪センサ201の起歪体205の中空部205c内には接続部材206が挿入されている。起歪体205は、中空部205cに面する内周面205dと、内周面205dの反対側で起歪体205の外部に面する外周面205eとを有する。

[0047] 図11Aから図11Cにおいて互いに直角のX軸とY軸とZ軸とを定義する。軸A201はZ軸と平行に延びている。図11Aから図11Cに示す歪センサ201では、接続部材206は軸207の方向に荷重F201が加えられるように構成されている。軸207はX軸と平行に延びる。X軸は、軸A201から直角に延びる複数の径方向Drのうちの径方向Dr201に延びる。Y軸は、複数の径方向DrのうちのX軸すなわち径方向Dr201と直交する径方向Dr202に延びる。受圧部204と起歪部203と受圧部202はZ軸の方向に配列されている。受圧部204と起歪部203と受圧部202とがこの順で並んでいる方向をZ軸の正方向と定義し、Z軸の正方向の反対の方向をZ軸の負方向と定義する。

[0048] 荷重F201の方向をX軸の正方向と定義し、荷重F201の方向すなわちX軸の正方向の反対の方向をX軸の負方向と定義する。起歪体205の外周面205eは、軸A201を含みY軸と平行な平面と外周面205eとが交差する境界線A205、B205により、X軸の正方向の半周面205e1とX軸の負方向の半周面205e2とに区分される。軸207は、軸方向D201と複数の径方向Drとに直角の周方向Dcにおける半周面205e

1、205e2のそれぞれの中心を通る。半周面205e2のうちの受圧部202の部分である領域208には歪検出素子209が設けられており、半周面205e1のうちの受圧部202の部分である領域210に歪検出素子211が設けられている。半周面205e1のうちの受圧部204の部分である領域212には歪検出素子213が設けられており、半周面205e2の受圧部204の部分である領域214には歪検出素子215が設けられている。周方向Dcにおいて、領域208、210、212、214の中心は軸207上にある。歪検出素子209、211は受圧部202と起歪部203とに跨って配置されても良く、歪検出素子213、215は受圧部204と起歪部203とに跨って配置されても良い。接続部材206から荷重F201が加えられることにより起歪体205に歪みが生じる。歪検出素子209、211は起歪体205のうちの受圧部202に生じた歪みを検出し、歪検出素子213、215は起歪体205のうちの受圧部204に生じた歪みを検出する。受圧部204は別の部材に固定されるように構成されている。

[0049] 受圧部202は中空部202c(205c)に面する受け部216を有する。接続部材206から歪センサ201に荷重F201が加えられるとき、接続部材206と受け部216とが当接する。受け部216にはテーパ面208tが形成されており、受け部216を形成する時のバリの発生を防止できている。これにより、荷重F201が印加されるときに受け部216の特定の位置に応力が集中することを防止することが出来る。また、中空部202c(205c)に接続部材206を挿入するとき容易に位置決めでき、容易に組み立てられる。なお、歪センサ201の受け部216は受圧部202と一体に形成されているが、受圧部202とは別体として形成しても良い。また、受け部216にテーパ面208tを設けなくても接続部材206から歪センサ201に加えられた荷重F201を検出することは可能である。受圧部202の径方向Drの厚さ L_{201} は受圧部204の径方向Drの厚さ L_{202} と起歪部203の径方向Drの厚さ L_{203} よりも大きく、また、受圧部204の径方向Drの厚さ L_{202} が起歪部203の厚さ L_{203} よりも大きい

。受圧部204は起歪部203と接続されて、起歪部203よりも剛性が大
きい。

[0050] 図12は起歪体205の外周面205eの展開図である。図13は歪セン
サ201のブロック回路図である。起歪体205の外周面205eには、出
力電極217、218と、電源電極219と、グランド電極220と、フレ
ームグランド電極221とからなる回路パターン217pが設けられている
。歪検出素子209は電源電極219と出力電極217との間に直列に接続
されている。歪検出素子211はグランド電極220と出力電極217との
間に直列に接続されている。歪検出素子213は電源電極219と出力電極
218との間に直列に接続されている。歪検出素子215はグランド電極2
20と出力電極218との間に直列に接続されている。図13に示すよう
に、各歪検出素子と回路パターンとでフルブリッジ回路が構成されて
いる。起歪体205が変形すると歪検出素子209、211、213、215の抵
抗値が変化し、抵抗値の変化を検出することで歪センサ201に加えら
れた荷重F201により生じた起歪体205の歪みを検出することができる。
このため、歪検出素子209、211、213、215を起歪体205の大きく
変形する部分に配置することで、歪センサ201の感度を向上させるこ
とができる。

[0051] 特許文献3、4に開示されている歪センサでは、起歪体に生じた歪の分布
が変化しやすく、高い検出精度が得られない場合がある。また、この歪セン
サでは、起歪体に生じた歪を検出する感度が低く、高い検出精度が得られ
ない場合がある。

[0052] 実施の形態3における歪センサ201では、歪検出素子209は起歪体2
05の周方向Dcにおいて互いに離間した歪感知素子222、223を有す
る。歪感知素子222、223は配線224、225で接続されている。Z
軸の方向において、歪検出素子209は配線224、225の間に位置する
。詳細には、配線224は歪検出素子209からZ軸の正方向に位置し、配
線225は歪検出素子209からZ軸の負方向に位置する。歪感知素子22

2、223のそれぞれの周方向Dcの長さW201は歪検出素子211の周方向Dcの長さの1/2倍であり、歪感知素子222、223のそれぞれのZ軸の方向の長さL₂₀₁は歪検出素子211のZ軸の方向の長さと同じである。歪検出素子213、215は歪検出素子211と同じ大きさを有する。歪感知素子222、223の面積の和である歪検出素子209の面積は、歪検出素子211、213、215のそれぞれの面積と等しい。したがって、歪検出素子209、211、213、215は同じ抵抗値を有する。また、歪感知素子222、223bの周方向Dcの長さは歪検出素子211の周方向Dcの長さより小さいので、歪検出素子211よりも厚みのムラが少なく、偏荷重の影響を低減することができる。このため、歪感知素子222、223で歪検出素子209を形成することで歪みの検出精度を向上させることができる。

[0053] 次に、歪センサ201の製造方法について説明する。

[0054] ステンレス等の金属により構成された受圧部204の部分にガラスペーストを印刷した後に約550℃で約10分間焼成して受圧部204を形成する。次に、受圧部204に、銀のペーストを印刷して約550℃で約10分間焼成して回路パターンを形成し、抵抗ペーストを印刷する。その後、起歪体205を約550℃で約10分間焼成することで歪センサ201を形成する。受圧部202と起歪部203は、受圧部204に溶接により接合して一体的に形成したり、同一材料からなる部材を加工して形成したりしても良い。

[0055] 次に、歪センサ201に部材から荷重F201が入力されたときの歪センサ201の動作について説明する。図14は、荷重F201を加えたときに歪センサ201に生じる歪みの分布を示す。図14は、色の濃さによって歪みの大きさを示している。

[0056] 図14に示すように、荷重F201が加えられたとき、領域208では周方向Dcの中心P₂₀₈では歪みが小さく、中心P₂₀₈からずれた位置に生じる歪みが中心P₂₀₈での歪より大きい。これに対し、領域210、212、214では周方向Dcのそれぞれの中心P₂₁₀、P₂₁₂、P₂₁₄では中心P₂₁₀、

P_{212} 、 P_{214} の他の部分よりも大きな歪みが生じている。つまり、領域208では、領域208の軸207上に生じる歪みが小さく、領域210、212、214では軸207上に最も大きい歪が生じている。歪検出素子209は周方向Dcにおいた互いに離間した歪感知素子222、223を有している。図12にも示すように、歪感知素子222、223は周方向Dcにおいて中心 P_{208} の他の歪みの大きい位置 P_{222} 、 P_{223} にそれぞれ配置されている。このように、歪検出素子209を歪感知素子222、223で形成することで、歪みが大きい位置 P_{222} 、 P_{223} のみに歪検出素子209を設けることが出来るため、高感度で歪みを検出することが出来る。この様に、歪センサ201は歪みの大きい位置に歪検出素子209、211、213、215が設けられていることで検出感度が高く、回路の増幅率を小さくできるため、ノイズの影響を低減することが出来ている。

[0057] 実施の形態3における歪センサ201では、歪検出素子209は2つの歪感知素子222、223で構成されている。歪検出素子209は受圧部202の周方向Dcに互いに離間した位置に設けられた2つより多くの歪感知素子で構成されていてもよい。この歪検出素子209により2つの歪感知素子222、223と同様の効果を得ることが出来る。

[0058] 図15は、実施の形態3における他の歪センサ201aの外周面の展開図である。図15において、図11Aから図14に示す歪センサ201と同じ部分には同じ参照番号を付す。図15に示す歪センサ201aは、図11Aから図14に示す歪センサ201の歪検出素子209の代わりに歪検出素子209aを備える。図11Aから図14に示す歪センサ201では歪検出素子209が周方向Dcに離間した歪感知素子222、223を有する。図15に示す歪センサ201aでは、歪検出素子209aは1つの歪感知素子よりなる。歪検出素子209aの周方向Dcにおける端209eが荷重F201の方向から見て歪検出素子211、213、215の外側に位置する。歪検出素子209aは、周方向Dcにおいて歪検出素子211、213、215の外側に位置する部分を有する。すなわち、歪検出素子209aの周方向

D c の長さが歪検出素子 2 1 1、2 1 3、2 1 5 の周方向 D c の長さよりも大きい。歪みの大きい位置に歪検出素子 2 0 9 a が設けられているため、高感度で歪を検出することが出来る。なお、歪検出素子 2 0 9 a の Z 軸の方向の長さが歪検出素子 2 1 1、2 1 3、2 1 5 の Z 軸の方向の長さよりも短く、歪検出素子 2 0 9 a の面積は歪検出素子 2 1 1、2 1 3、2 1 5 のそれぞれの面積と同じである。

[0059] 図 1 6 は、歪センサ 2 0 1 を用いた荷重検出装置 2 2 6 の概略図である。

図 1 7 は、図 1 6 に示す荷重検出装置 2 2 6 の線 X V | | - X V | | における断面図である。

[0060] 歪センサ 2 0 1 の受圧部 2 0 4 の外周面には固定部 2 2 7 が取り付けられている。

[0061] 荷重検出装置 2 2 6 は、荷重である踏力 f 2 0 1 が入力されるペダルアームである入力部材 2 2 8 と、入力部材 2 2 8 と接続された接続部材 2 3 1 と、接続部材 2 3 1 と接続され踏力 f 2 0 1 を伝達するオペロッドである伝達部材 2 3 2 とを有している。接続部材 2 3 1 は、入力部材 2 2 8 と接続されたクレビスピン 2 2 9 と、クレビス 2 3 0 とを有する。伝達部材 2 3 2 はクレビス 2 3 0 に接続されている。

[0062] ペダルアーム（入力部材 2 2 8）には孔 2 3 3 が設けられている。歪センサ 2 0 1 が孔 2 3 3 に嵌められるようにペダルアームにネジ等により接続されている。歪センサ 2 0 1 の中空部 2 0 5 c には歪センサ 2 0 1 の径方向 D r に延びるようにクレビスピン 2 2 9 が挿入されている。歪センサ 2 0 1 の受け部 2 1 6 がクレビスピン 2 2 9 と接し、固定部 2 2 7 でペダルアーム（入力部材 2 2 8）に接するように固定されている。

[0063] 荷重検出装置 2 2 6 は車両に取り付けられ、車両の乗員がペダルアーム（入力部材 2 2 8）を踏み踏力 f 2 0 1 をペダルアーム（入力部材 2 2 8）に加えると、ペダルアーム（入力部材 2 2 8）によってクレビスピン 2 2 9 が押され、クレビスピン 2 2 9 に歪センサ 2 0 1 がオペロッド（伝達部材 2 3 2）に向かって押される。

[0064] このとき、クレビスピン 229 に受圧部 202 が押されることによって、起歪部 203 と受圧部 204 にせん断歪が生じ、このせん断歪を受圧部 204 に設けられた歪検出素子 209、211、213、215 によって検出することにより、踏力 f_{201} を検出することができる。

[0065] 歪センサ 201 は、受圧部 202 の荷重 F_{201} が加えられたときに最も歪みが大きくなる部分に歪感知素子 222、223 が設けられており、受圧部 202 に生じた歪みを効率的に検出することが出来る。このため、乗員がペダルアーム（入力部材 228）に加えた踏力 f_{201} を精度良く検出することができる。

[0066] 実施の形態 3 では、歪センサ 201 の受圧部 202 と起歪部 203 と受圧部 204 とは円筒形状を有する。受圧部 202 と起歪部 203 と受圧部 204 とは、例えば正方形環形状や矩形環形状、多角形環形状等の他の環形状を有していてもよい。受圧部 202 と起歪部 203 と受圧部 204 とが多角形環形状を有する場合、接続部材 206 が受圧部 202 の多角形環形状の角に荷重 F が印加されるように歪センサ 201 を配置することで、接続部材 206 が受圧部 202 と複数の点で接するようにできる。これにより、応力の集中を防止することができ、受圧部 202 及び接続部材 206 の耐久性を向上させることができる。

[0067] （実施の形態 4）

図 18A と図 18B はそれぞれ実施の形態 4 における歪センサ 241 の側面図と上面図である。図 18C は、図 18B に示す歪センサ 241 の線 XV $|||C-XV|||C$ における断面図である。図 18A から図 18C において、図 11A から図 14 に示す歪センサ 201 と同じ部分には同じ参照番号を付す。

[0068] 歪センサ 241 では、起歪体 205 の外周面 205e の半周面 205e2 のうちの受圧部 202 の部分である領域 208 に歪検出素子 242 が設けられており、半周面 205e1 のうちの受圧部 202 の部分である領域 210 に歪検出素子 211 が設けられている。起歪体 205 の外周面 205e の半

周面205e1のうちの受圧部204の部分である領域212に歪検出素子213が設けられ、半周面205e2のうちの受圧部204の部分である領域214に歪検出素子215が設けられている。接続部材206から荷重F201が加えられることにより歪センサ241に歪みが生じ、歪検出素子242と歪検出素子211は受圧部202に生じた歪みを検出し、歪検出素子213と歪検出素子215は受圧部204に生じた歪みを検出する。また、受圧部204は別の部材に固定される。歪検出素子242は、図11Aから図14に示す歪センサ201の歪検出素子209と同様に、起歪体205の周方向Dcにおいて互いに離間した歪感知素子222、223を有する。

[0069] 図19は歪センサ241の起歪体205の外周面205eの展開図である。歪感知素子222、223は配線243のみで接続されている。歪感知素子222、223のそれぞれの周方向Dcの長さW202は歪検出素子211の周方向Dcの長さの2倍であり、歪感知素子222、223のそれぞれのZ軸の方向の長さL₂₀₂は歪検出素子211のZ軸の方向の長さの1/2倍である。歪検出素子213、215の大きさは歪検出素子211の大きさと同じである。この構成により、歪検出素子242と歪検出素子211の抵抗値が等しくなる。また、歪検出素子242が周方向Dcに離間した歪感知素子222、223で攻勢されていることで、歪感知素子222、223を領域208の歪みの大きい位置に設けることが出来るため、歪みの検出感度を向上させることが出来る。

[0070] 実施の形態4において実施の形態3と異なる構成についても、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、実施の形態4を実施の形態3の構成と組み合わせても良い。

[0071] (実施の形態5)

図20Aと図20Bはそれぞれ実施の形態5における歪センサ251の側面図と上面図である。図20Cは図20Bに示す歪センサ251の線X-XC-X-XCにおける断面図である。図20Aから図20Cにおいて、図11Aから図14に示す歪センサ201と同じ部分には同じ参照番号を付す。

[0072] 歪センサ251では、起歪体205の外周面205eの半周面205e2のうちの受圧部202の部分である領域208に歪検出素子252が設けられ、半周面205e1のうちの受圧部202の部分である領域210に歪検出素子253が設けられている。起歪体205の外周面205eの半周面205e1のうちの受圧部204の部分である領域212に歪検出素子254が設けられ、半周面205e2のうちの受圧部204の部分である領域214に歪検出素子255が設けられている。接続部材206から荷重F201が加えられることにより歪センサ251に歪みが生じ、歪検出素子252と歪検出素子253は受圧部202に生じた歪みを検出し、歪検出素子254と歪検出素子255は受圧部204に生じた歪みを検出する。また、受圧部204は別の部材に固定される。

[0073] 図21は歪センサ251の起歪体205の外周面205eの展開図である。歪検出素子252は、周方向Dcに互いに離間した歪感知素子256、257を有する。歪検出素子253は、周方向Dcに互いに離間した歪感知素子258、259で形成されている。歪検出素子254は、周方向Dcに互いに離間した歪感知素子260、261で形成されている。歪検出素子255は、周方向Dcに互いに離間した歪感知素子262、263で形成されている。周方向Dcにおいて歪感知素子256、257の間は距離A211だけ離間している。周方向Dcにおいて歪感知素子258、259の間は距離B211だけ離間している。周方向Dcにおいて歪感知素子260、261の間は距離B211だけ離間している。周方向Dcにおいて歪感知素子262、263の間は距離B211だけ離間している。距離B211は距離A211よりも短い。歪感知素子256、257は領域208の周方向Dcの中心P₂₀₈から遠く歪みの大きい位置に設けられている。歪感知素子258、259は領域210の周方向Dcの中心P₂₁₀の近傍の歪みの大きい位置に設けられている。歪感知素子260、261は領域212の周方向Dcの中心P₂₁₂の近傍の歪みの大きい位置に設けられている。歪感知素子262、263は領域214の周方向Dcの中心P₂₁₄の近傍の歪みの大きい位置に設けられ

ている。このため、歪センサ 251 が高感度で歪みを検出することが出来る。

[0074] 歪感知素子 256、257 は配線 264 a のみで互いに接続されている。歪感知素子 258、259 は配線 264 b のみで互いに接続されている。歪感知素子 260、261 は配線 264 c のみで互いに接続されている。歪感知素子 262、263 は配線 264 d のみで互いに接続されている。歪感知素子 256 の大きさは実施の形態 3 における歪センサ 201 の歪感知素子 222 と同じである。歪感知素子 257～263 の大きさは歪感知素子 256 と同じである。2つの歪感知素子が一つの配線のみで接続されているため、歪検出素子 252～255 の抵抗値は実施の形態 3 における歪センサ 201 の歪検出素子 209、211、213、215 よりも大きくなる。このため、歪センサ 251 は実施の形態 3 の歪センサ 201 に比べて、消費電力を低減することが出来ている。

[0075] なお、歪検出素子 252～255 は抵抗値が互いに同じであれば、歪検出素子 252～255 のそれぞれは 3 つ以上の歪感知素子で形成されていても同様の効果を得ることが出来る。

[0076] 実施の形態 5 において実施の形態 3 と異なる構成についても、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、実施の形態 5 を実施の形態 3 の構成と組み合わせても良い。

産業上の利用可能性

[0077] 本開示の歪検出装置は、歪センサの検出精度を向上させることができるため、車両用ペダル類の踏み込み荷重の検出、車両用パーキングブレーキのケーブル張力の検出等に有用である。

符号の説明

- [0078] 1 歪センサ
2 起歪体
3 接続部（第 1 の接続部）
4 接続部（第 2 の接続部）

- 5 ブリッジ回路（第 1 のブリッジ回路）
- 6 ブリッジ回路（第 2 のブリッジ回路）
- 7 歪検出素子（第 1 の歪検出素子）
- 8 歪検出素子（第 2 の歪検出素子）
- 9 歪検出素子（第 3 の歪検出素子）
- 10 歪検出素子（第 4 の歪検出素子）
- 11 歪検出素子（第 5 の歪検出素子）
- 12 歪検出素子（第 6 の歪検出素子）
- 13 歪検出素子（第 7 の歪検出素子）
- 14 歪検出素子（第 8 の歪検出素子）
- 17 出力電極
- 18 出力電極
- 19 電源電極
- 20 グランド電極
- 21 出力電極
- 22 出力電極
- 23 電源電極
- 24 グランド電極
- 25 軸
- 26 荷重検出装置
- 27 入力部材
- 28 クレビスピン
- 28 a 接続部材
- 29 クレビス
- 30 伝達部材
- D 2 5 軸方向
- 101 歪センサ
- 102 受圧部（第 1 の受圧部）

- 1 0 3 起歪部
- 1 0 4 受圧部（第 2 の受圧部）
- 1 0 5 起歪体
- 1 0 6, 1 1 5 接続部材
- 1 0 7 歪検出素子
- 1 0 8 受け部
- 1 0 9 接触領域
- 1 1 0 荷重検出装置
- 1 1 1 固定部
- 1 1 2 入力部材
- 1 1 3 クレビスピン
- 1 1 4 クレビス
- 1 1 6 伝達部材
- 1 1 7 孔
- 2 0 1, 2 4 1, 2 5 1 歪センサ
- 2 0 2 受圧部（第 1 の受圧部）
- 2 0 3 起歪部
- 2 0 4 受圧部（第 2 の受圧部）
- 2 0 5 起歪体
- 2 0 6, 2 3 1 接続部材
- 2 0 7 軸
- 2 0 8 領域
- 2 0 9, 2 4 2, 2 5 2 歪検出素子（第 1 の歪検出素子）
- 2 1 0 領域
- 2 1 1, 2 5 3 歪検出素子（第 2 の歪検出素子）
- 2 1 2 領域
- 2 1 3, 2 5 4 歪検出素子（第 3 の歪検出素子）
- 2 1 4 領域

- 2 1 5, 2 5 5 歪検出素子（第 4 の歪検出素子）
- 2 1 6 受け部
- 2 1 7 出力電極
- 2 1 8 出力電極
- 2 1 9 電源電極
- 2 2 0 グランド電極
- 2 2 1 フレームグランド電極
- 2 2 2, 2 5 6 歪感知素子（第 1 の歪感知素子）
- 2 2 3, 2 5 7 歪感知素子（第 2 の歪感知素子）
- 2 2 4, 2 4 3 配線
- 2 2 5 配線（第 2 の配線）
- 2 2 6 荷重検出装置
- 2 2 7 固定部
- 2 2 8 入力部材
- 2 2 9 クレビスピン
- 2 3 0 クレビス
- 2 3 2 伝達部材
- 2 3 3 孔
- 2 5 8～2 6 3 歪感知素子
- 2 6 4 a～2 6 4 d 配線

請求の範囲

- [請求項1] 軸方向に配列された互いに反対側の第1の開口端と第2の開口端とを有する筒形状を有する起歪体と、
前記起歪体から離れる方向に前記起歪体の前記第1の開口端から延出する第1の接続部と、
前記起歪体から離れる方向に前記起歪体の前記第2の開口端から延出する第2の接続部と、
前記起歪体に設けられた第1のブリッジ回路と、
前記起歪体に設けられた第2のブリッジ回路と、
を備えた歪センサ。
- [請求項2] 前記第1のブリッジ回路は第1から第4の歪検出素子を有し、
前記第2のブリッジ回路は第5から第8の歪検出素子を有する、請求項1に記載の歪センサ。
- [請求項3] 前記第1の歪検出素子と前記第2の歪検出素子とが前記第5の歪検出素子と前記第6の歪検出素子との間に位置するように、前記第1の歪検出素子と前記第2の歪検出素子と前記第5の歪検出素子と前記第6の歪検出素子とが前記軸方向に並んで配置されており、
前記第3の歪検出素子と前記第4の歪検出素子が前記第7の歪検出素子と前記第8の歪検出素子との間に位置するように、前記第3の歪検出素子と前記第4の歪検出素子と前記第7の歪検出素子と前記第8の歪検出素子とが前記軸方向に並んで配置されている、請求項2に記載の歪センサ。
- [請求項4] 接続部材から印加された荷重により生じた歪を検出する歪センサであって、
前記接続部材から前記荷重が印加される第1の受圧部と、前記第1の受圧部に接続された起歪部と、前記起歪部に接続された第2の受圧部とを有して環形状を有する起歪体と、
前記起歪体に設けられた歪検出素子と、

を備え、

前記歪検出素子の端部は前記荷重の方向から見て前記接続部材よりも外側に位置する部分を有する、歪センサ。

[請求項5] 前記歪検出素子の前記起歪体の前記環形状の周方向の長さW107は、前記起歪体の外周の半径R105と前記接続部材の外周の半径r106と共に、

[数3]

$$W107 \geq 2 \cdot R105 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{r106}{R105} \cdot \frac{\pi}{180} \right)$$

を満たす、請求項4に記載の歪センサ。

[請求項6] 請求項4または5に記載の歪センサと、
入力荷重が加えられる入力部材と、
前記入力部材と接続された前記接続部材と、
前記接続部材と接続されて、前記入力荷重を伝達する伝達部材と、
を有する被検出体を備え、
前記歪センサによって前記入力部材と前記伝達部材が接続されている、荷重検出装置。

[請求項7] 接続部材から印加された荷重により生じた歪を検出する歪センサであって、

前記接続部材から前記荷重が印加されるように構成された第1の受圧部と、

前記第1の受圧部と接続された起歪部と、

前記起歪部と接続されて、前記起歪部よりも剛性が大きい第2の受圧部と、

を有して環形状を有する起歪体と、

前記第 1 の受圧部に設けられた第 1 の歪検出素子と、
前記第 1 の受圧部に設けられた第 2 の歪検出素子と、
前記第 2 の受圧部に設けられた第 3 の歪検出素子と、
前記第 2 の受圧部に設けられた第 4 の歪検出素子と、
を備え、

前記第 1 の歪検出素子は、前記第 1 の受圧部の前記環形状の周方向の
端部は、前記荷重の方向から見て前記周方向において前記第 2 の歪検
出素子と前記第 3 の歪検出素子と第 4 の歪検出素子との外側に位置す
る、歪センサ。

[請求項 8] 前記第 1 の歪検出素子は前記第 1 の受圧部の前記周方向に互いに離間
して配置された第 1 の歪感知素子と第 2 の歪感知素子とを有する、請
求項 7 に記載の歪センサ。

[請求項 9] 前記第 1 の歪感知素子と前記第 2 の歪感知素子の面積の和は、前記第
2 の歪検出素子の面積と同じである、請求項 8 に記載の歪センサ。

[請求項 10] 前記第 2 の歪検出素子と前記第 3 の歪検出素子と前記第 4 の歪検出素
子のそれぞれの前記 2 つの歪感知素子を互いに接続する 1 つのみの配
線をさらに備えた、請求項 9 に記載の歪センサ。

[請求項 11] 前記第 1 の歪感知素子と前記第 2 の歪感知素子とを接続する第 1 の配
線と第 2 の配線とをさらに備えた、請求項 8 に記載の歪センサ。

[請求項 12] 前記第 1 の歪検出素子は、前記接続部材に対して前記荷重の方向と反
対の方向に設けられている、請求項 7 に記載の歪センサ。

[請求項 13] 前記第 2 の歪検出素子と前記第 3 の歪検出素子と前記第 4 の歪検出素
子とのそれぞれは、前記第 1 の受圧部の前記周方向に互いに離間した
2 つの歪感知素子を有する、請求項 7 に記載の歪センサ。

[請求項 14] 請求項 7 から 13 のいずれか一項に記載の歪センサと、
入力荷重が加えられる入力部材と、
前記入力部材と接続された前記接続部材と、
前記接続部材と接続されて前記入力荷重を伝達する伝達部材と

、

を有する被検出体を備え、

前記歪センサによって前記入力部材と前記伝達部材が接続されている

、荷重検出装置。

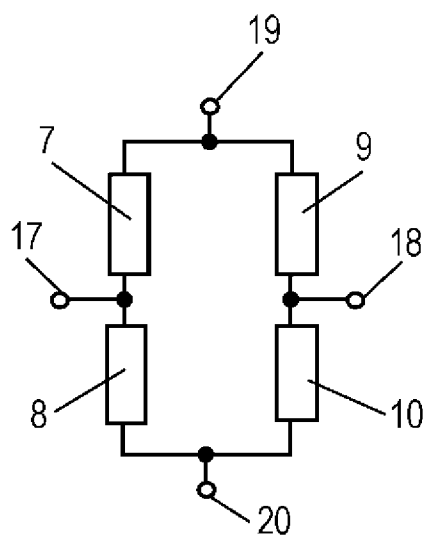
[請求項15]

前記入力部材には孔が設けられており、

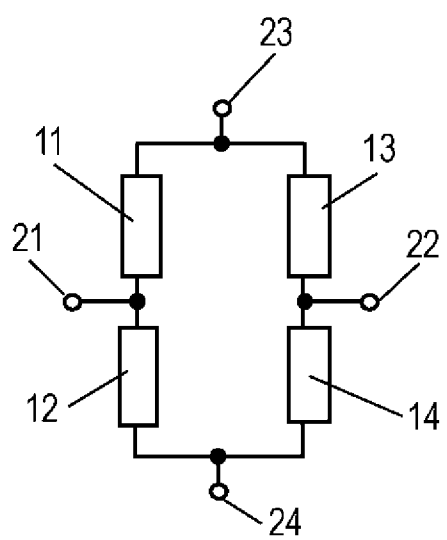
前記歪センサは前記孔に取り付けられている、請求項14に記載の荷重検出装置。

This cross-sectional view shows the internal structure of the device 100. It features a central core 11 with a central cavity 12. The core is surrounded by a layer 13, which is further enclosed by a layer 14. The entire assembly is housed within a rectangular frame 2. The frame has a top part 2a and a bottom part 2b. The device is shown in a cross-section along line 2-2. Various components are labeled with numbers: 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h, 2i, 2j, 2k, 2l, 2m, 2n, 2o, 2p, 2q, 2r, 2s, 2t, 2u, 2v, 2w, 2x, 2y, 2z. The device is shown in a cross-section along line 2-2.

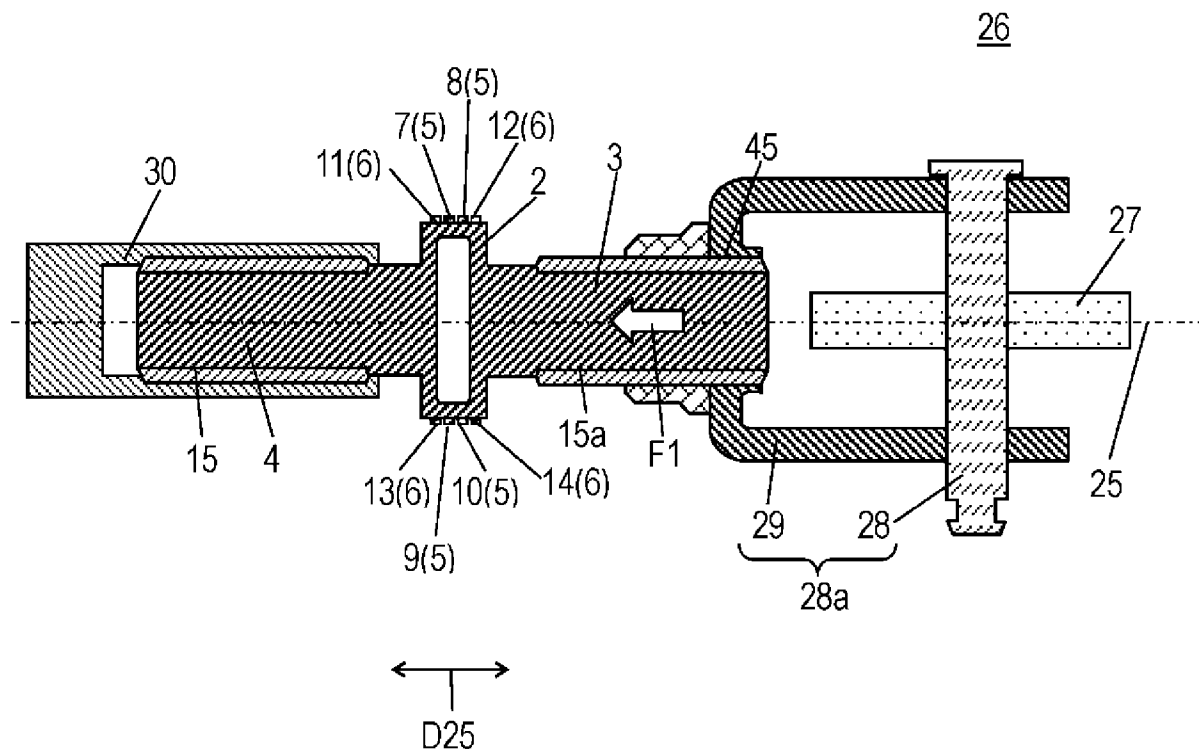
[図3A]



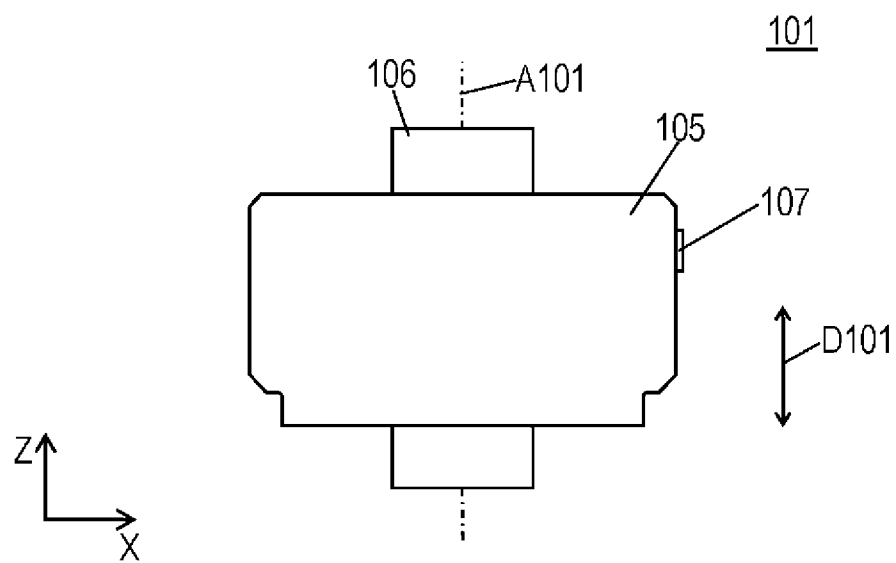
[図3B]



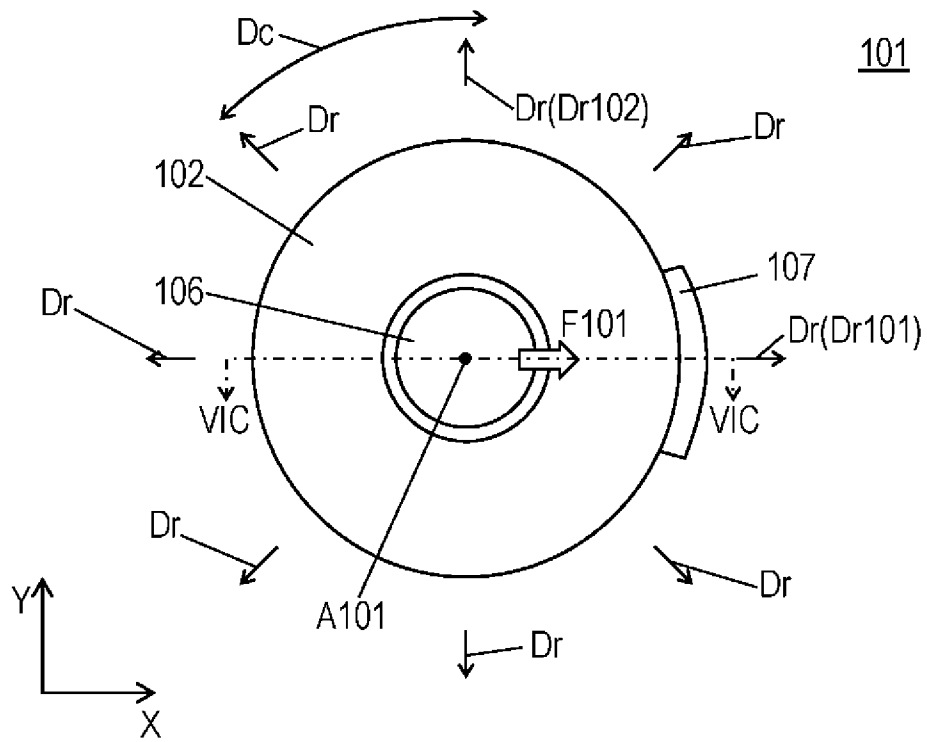
[図5]



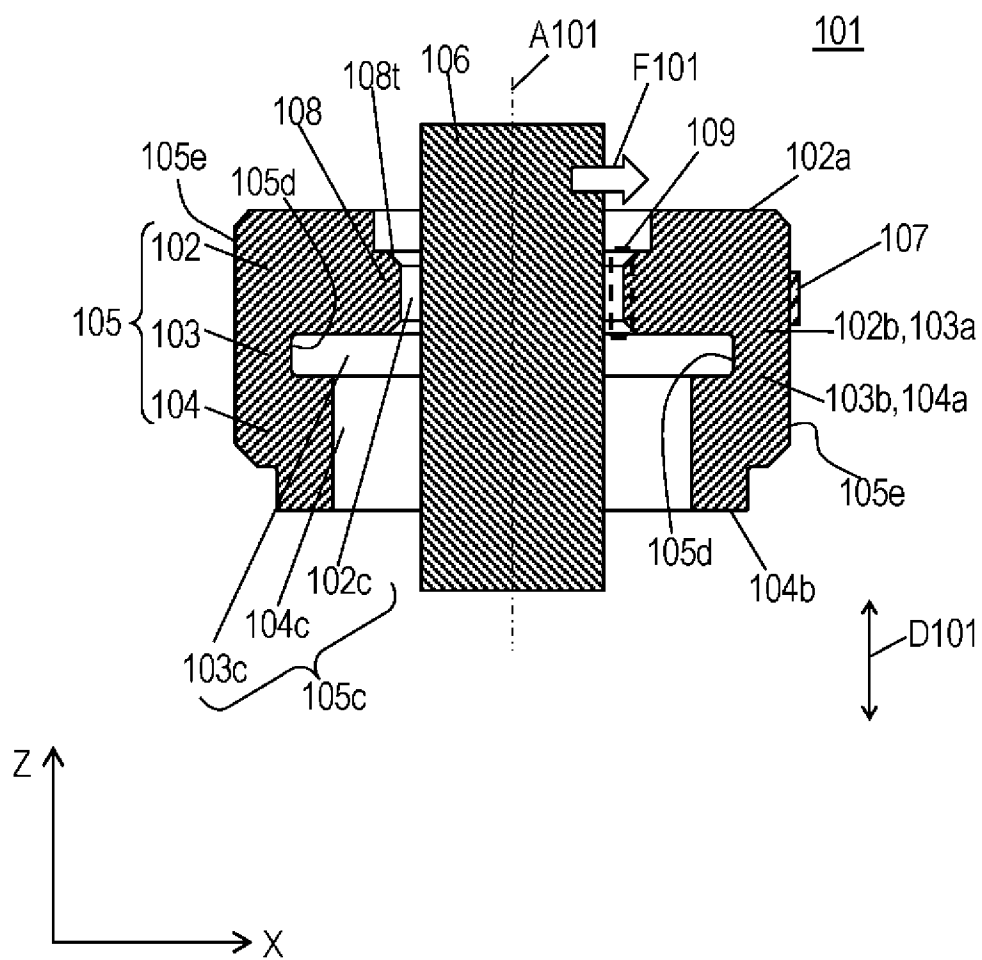
[図6A]



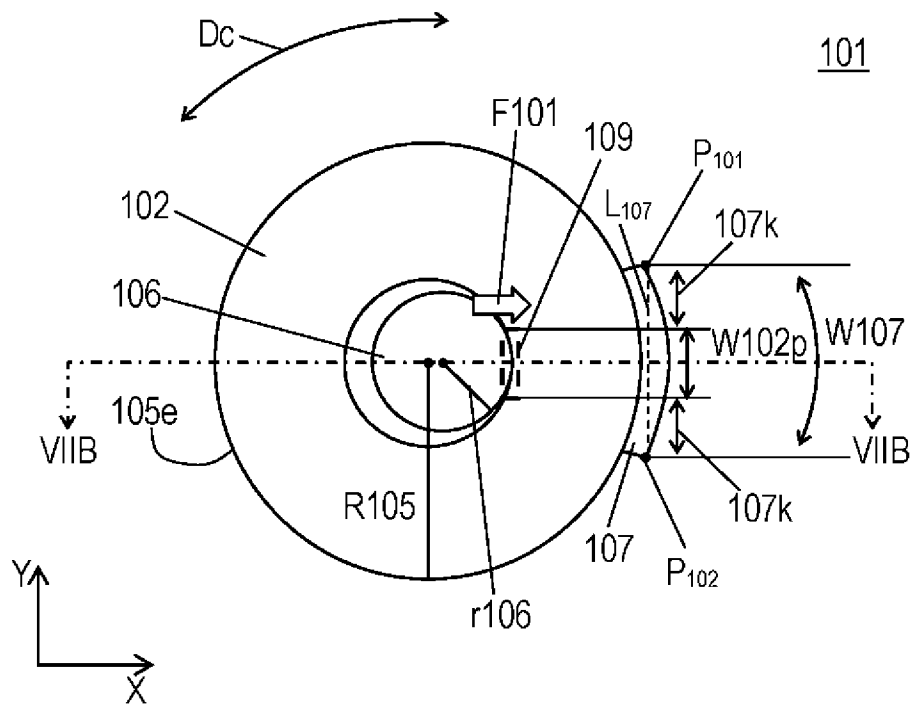
[図6B]



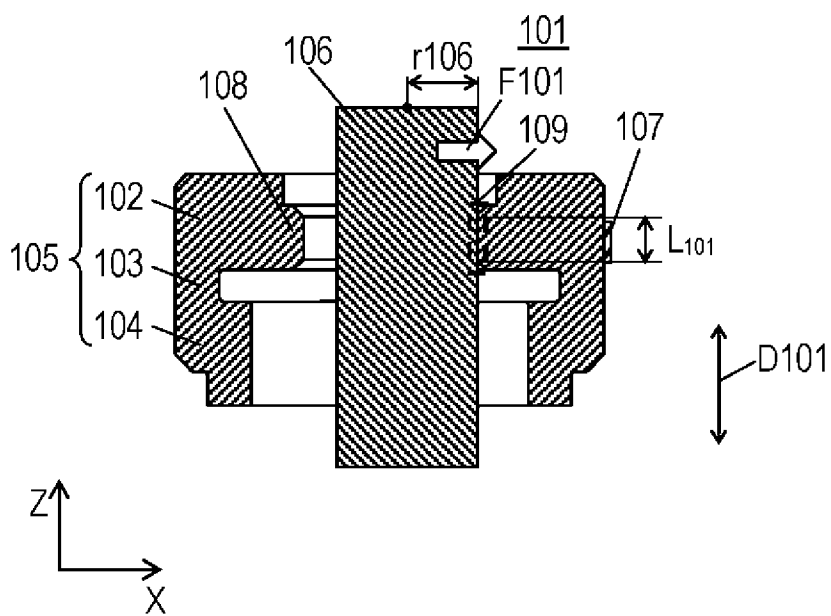
[図6C]



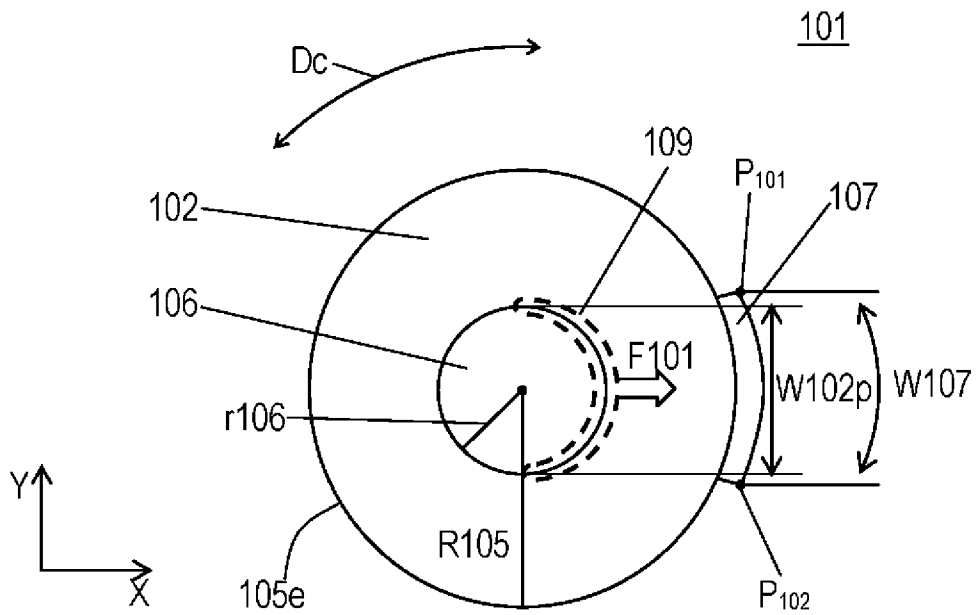
[図7A]



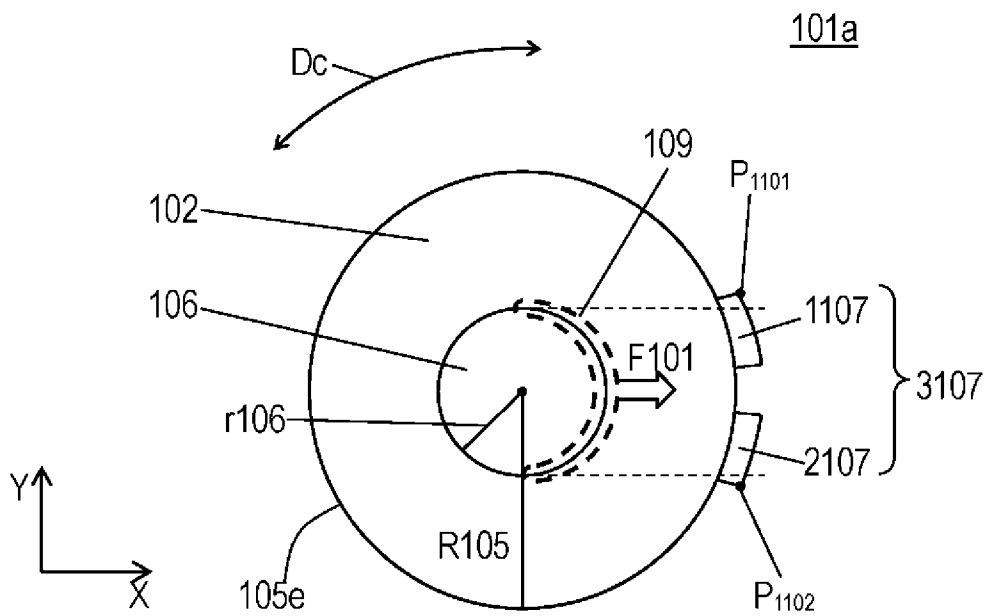
[図7B]



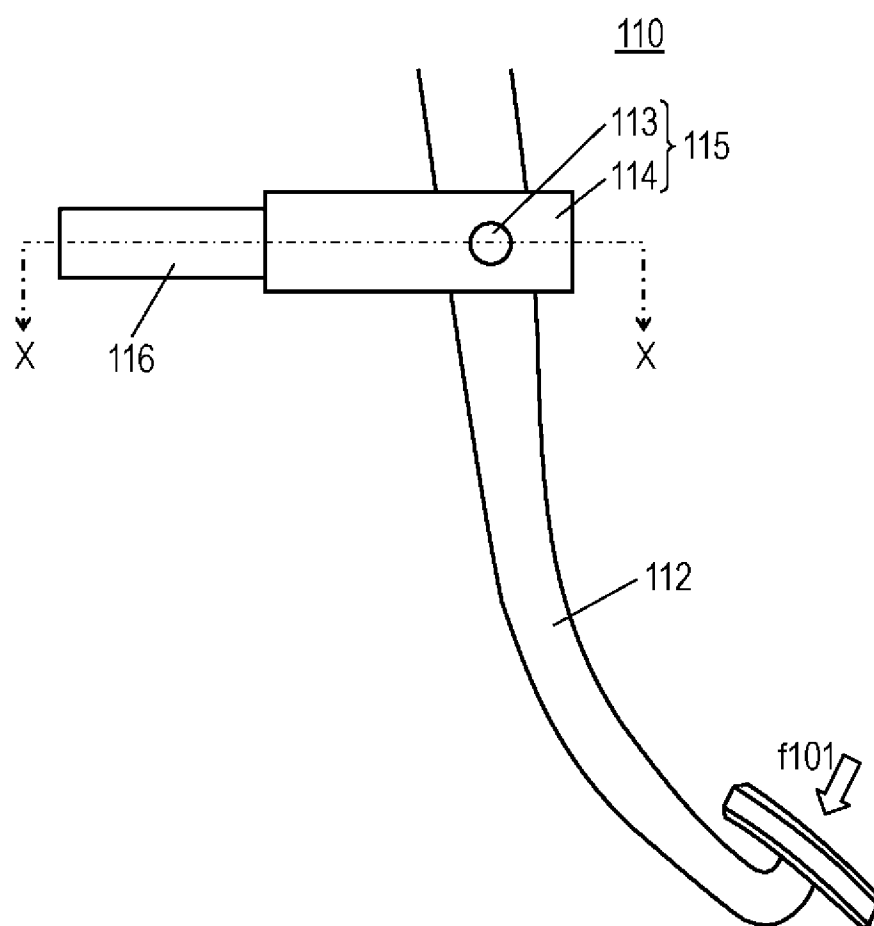
[図8A]



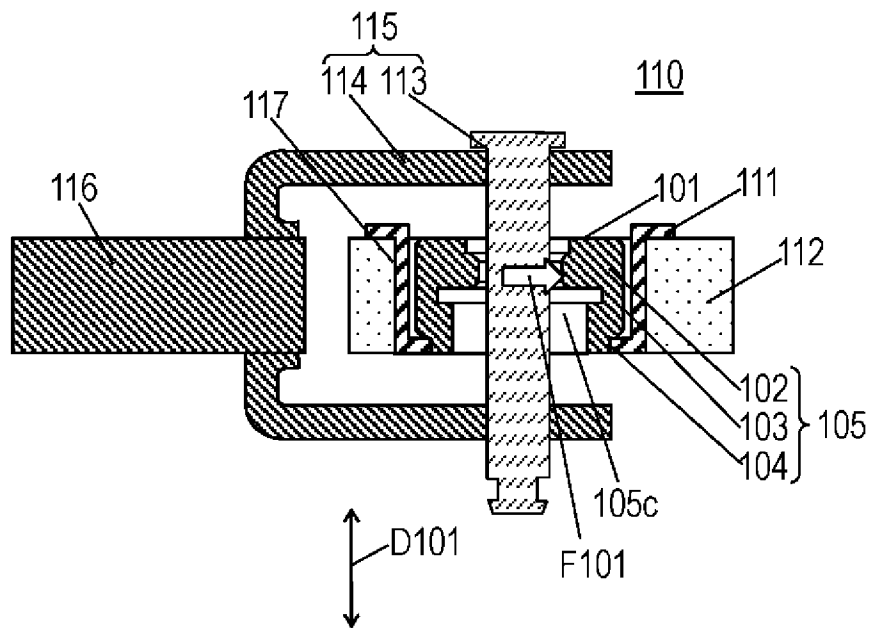
[図8B]



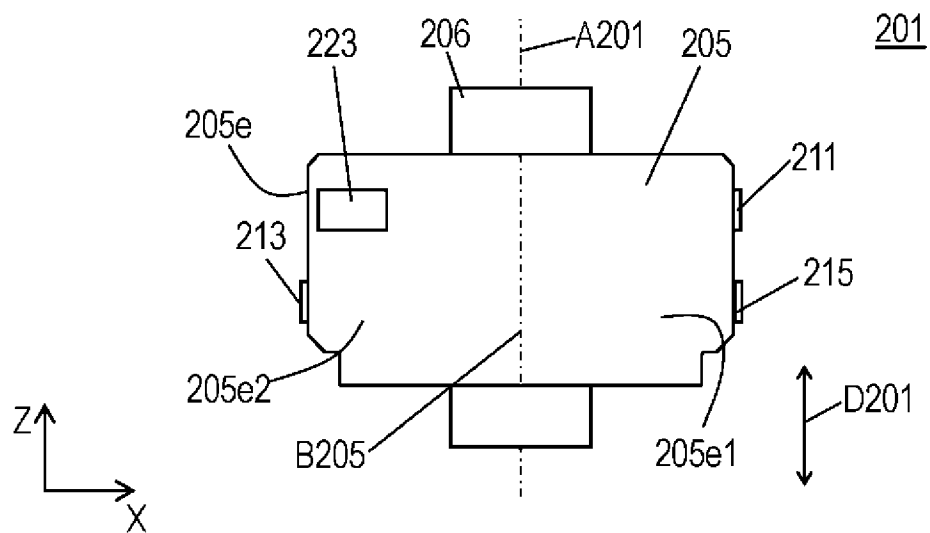
[図9]



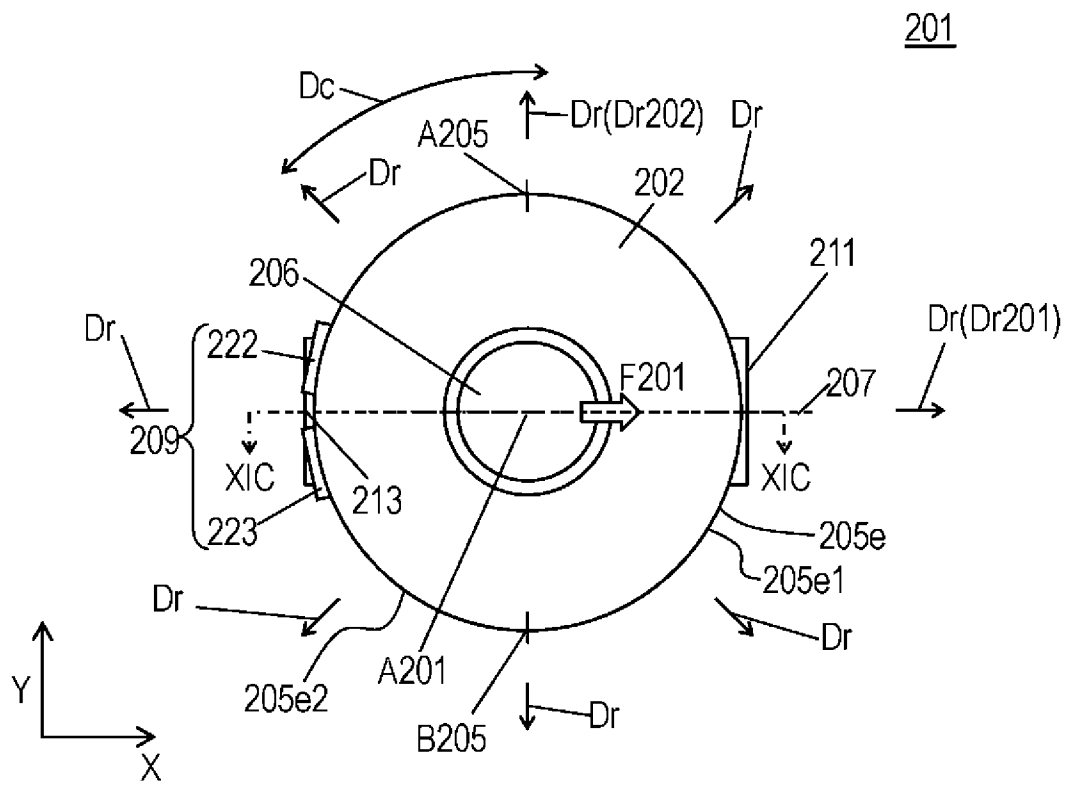
[図10]



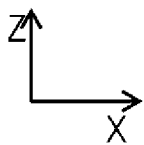
[図11A]



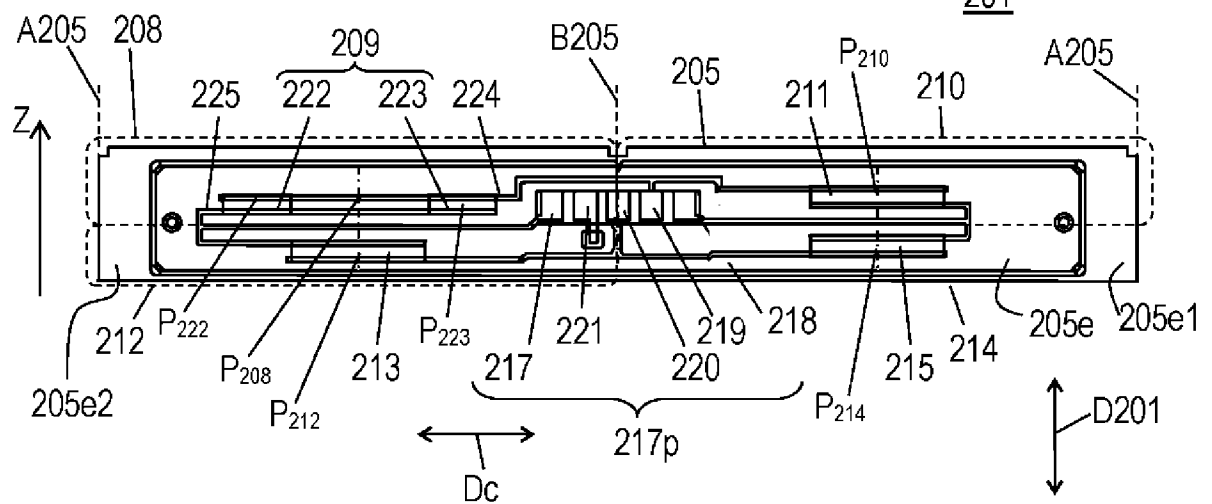
[図11B]



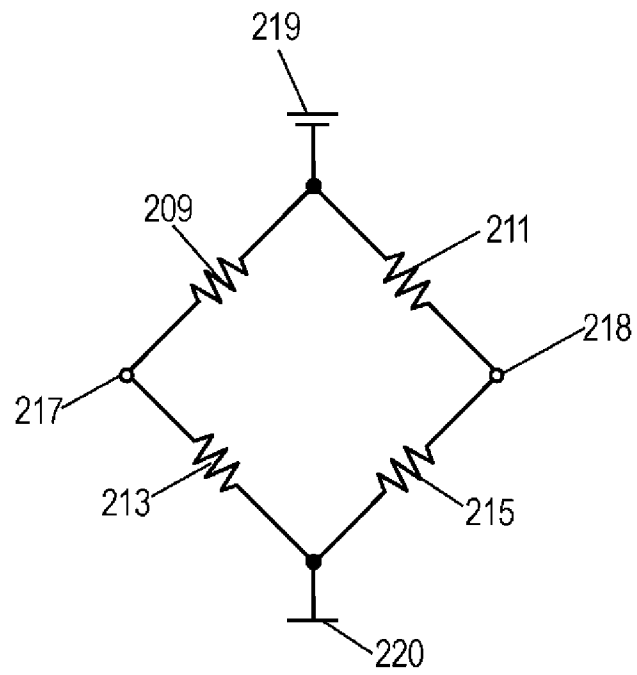
201



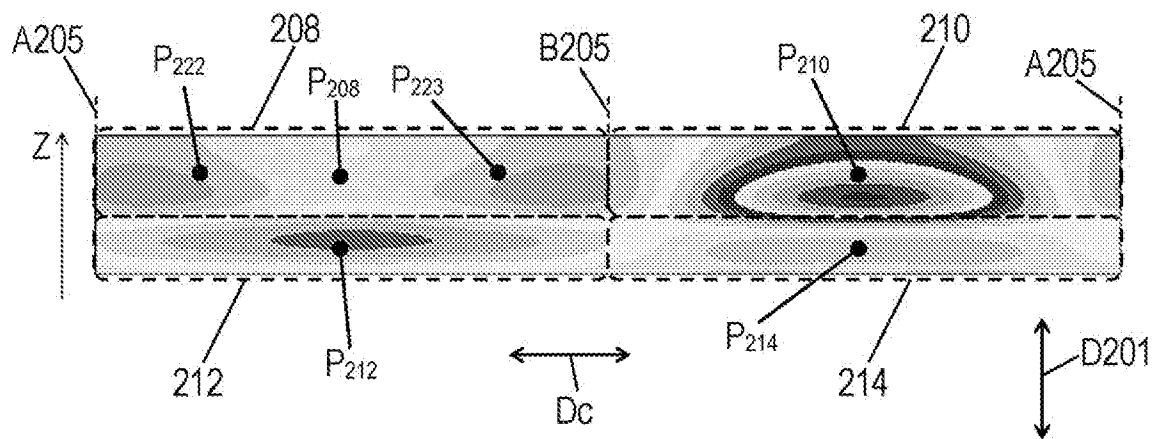
201



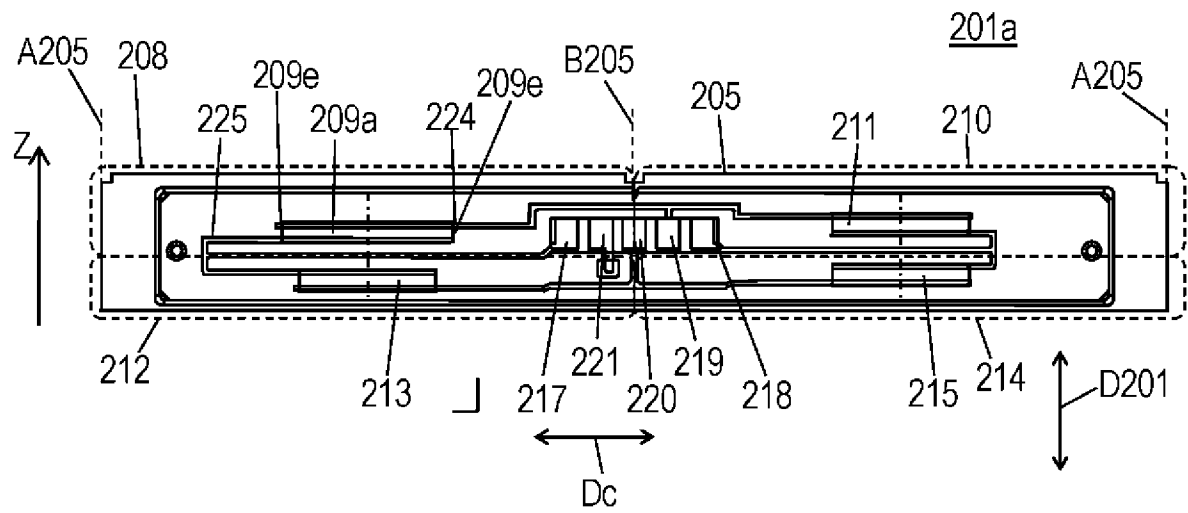
[図13]



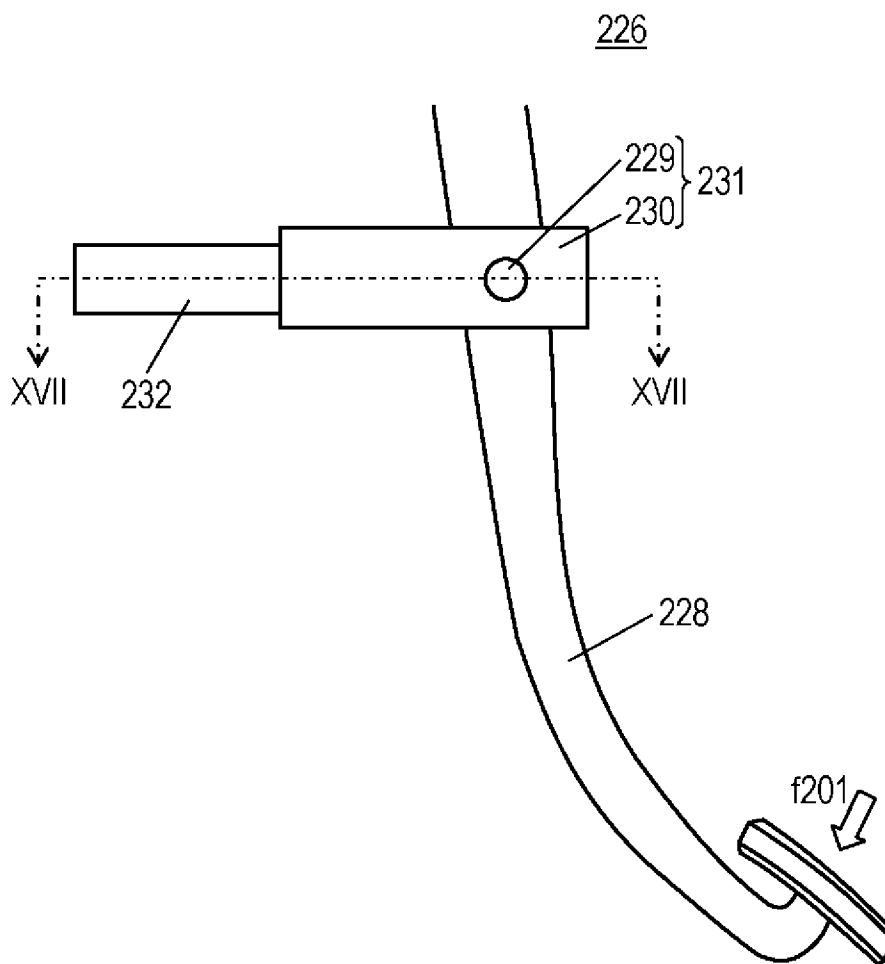
[図14]



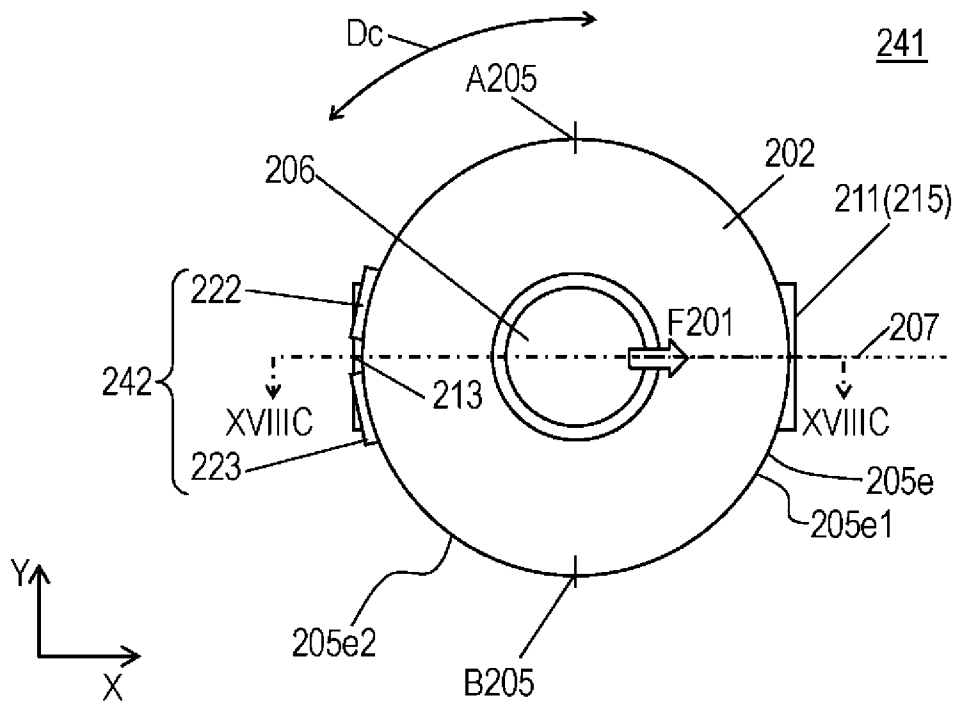
[図15]



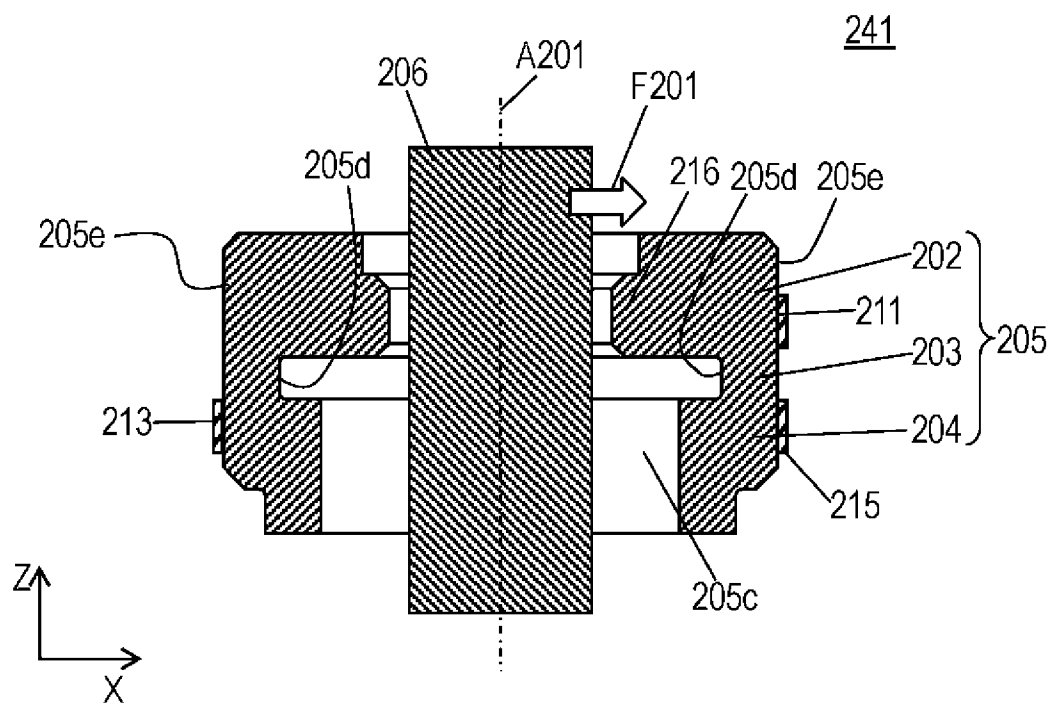
[図16]



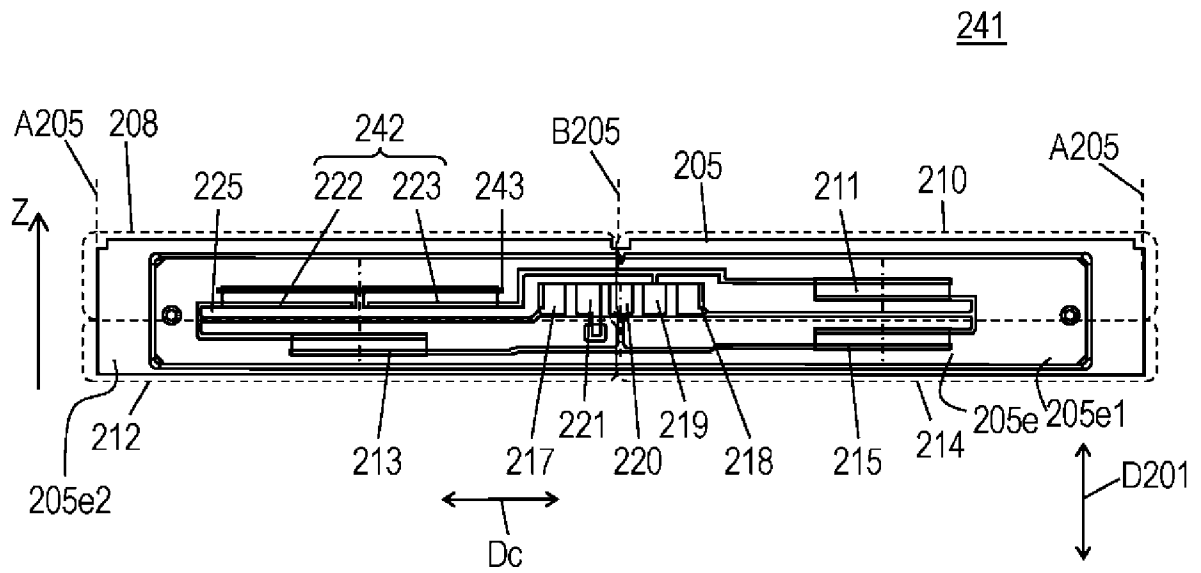
[図18B]



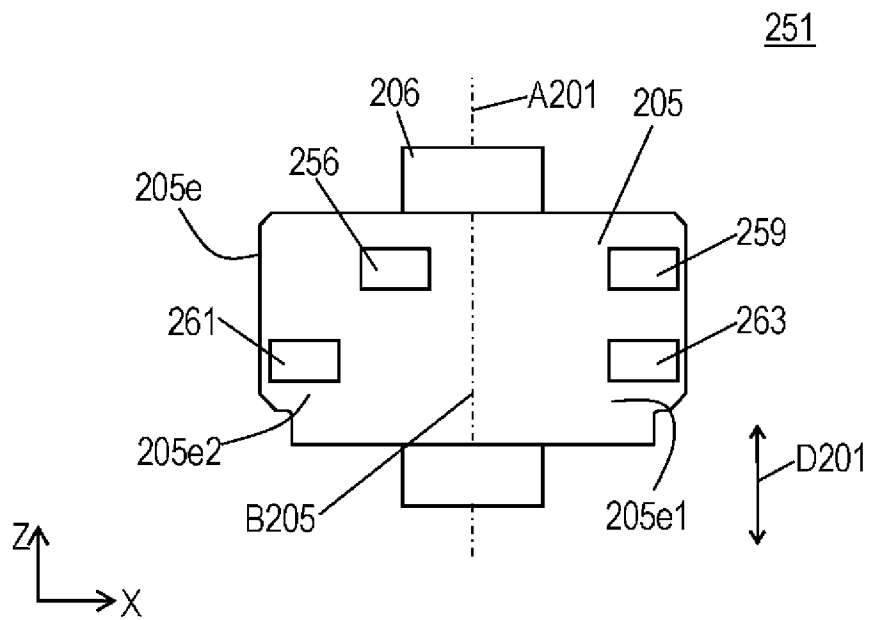
[図18C]



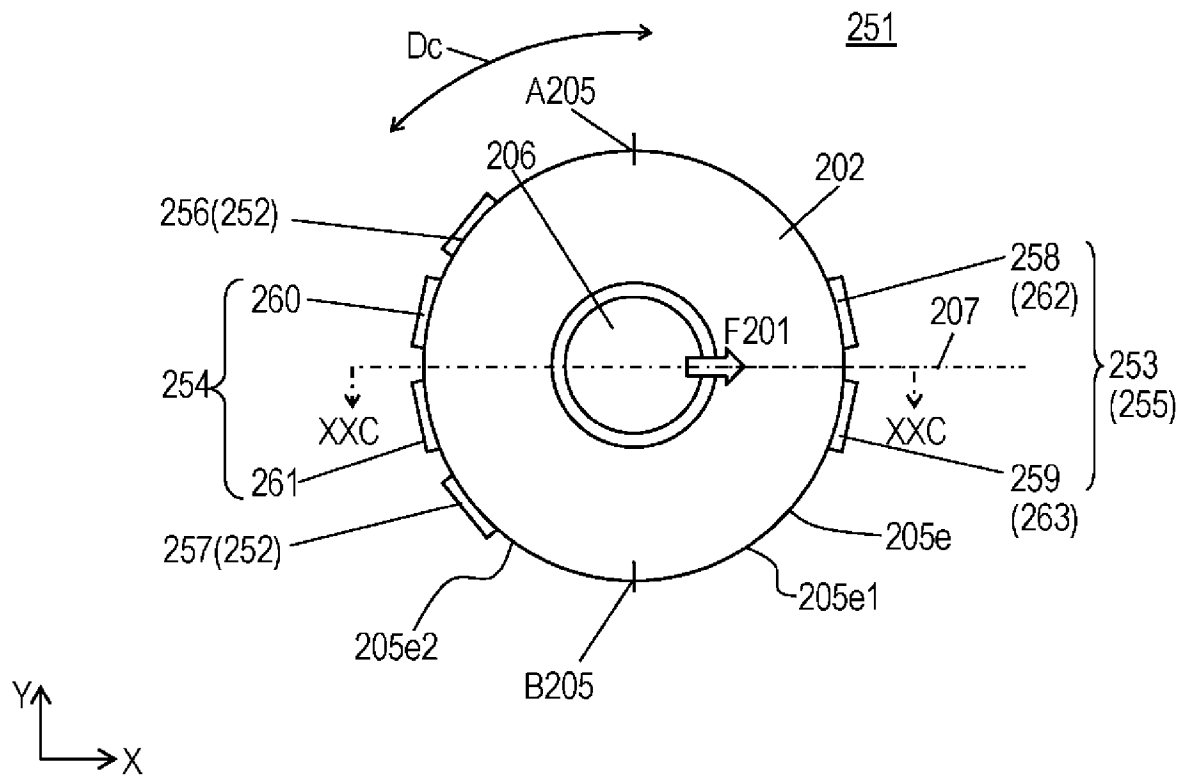
[図19]



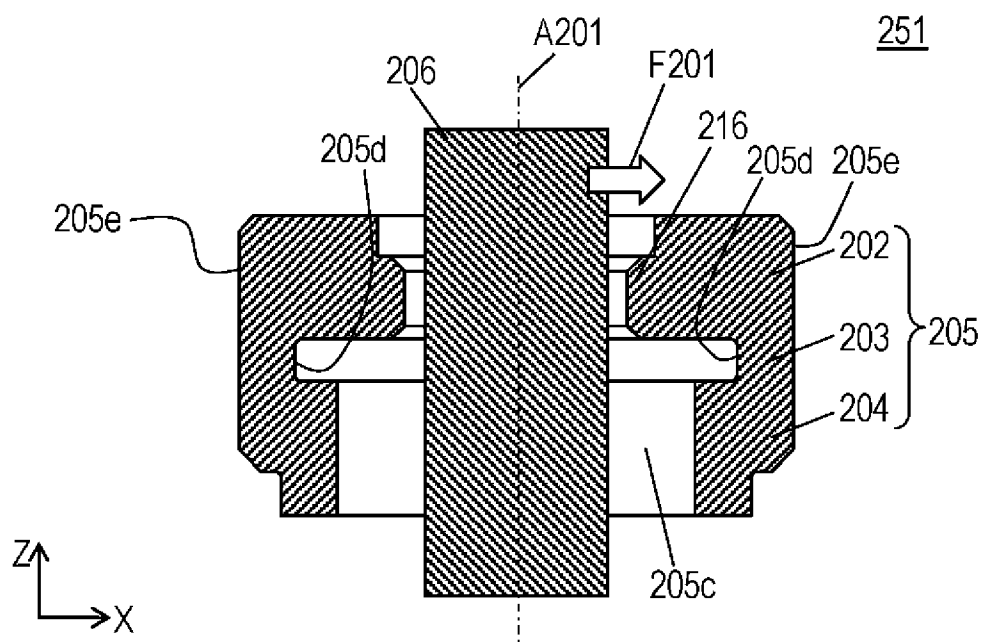
[図20A]



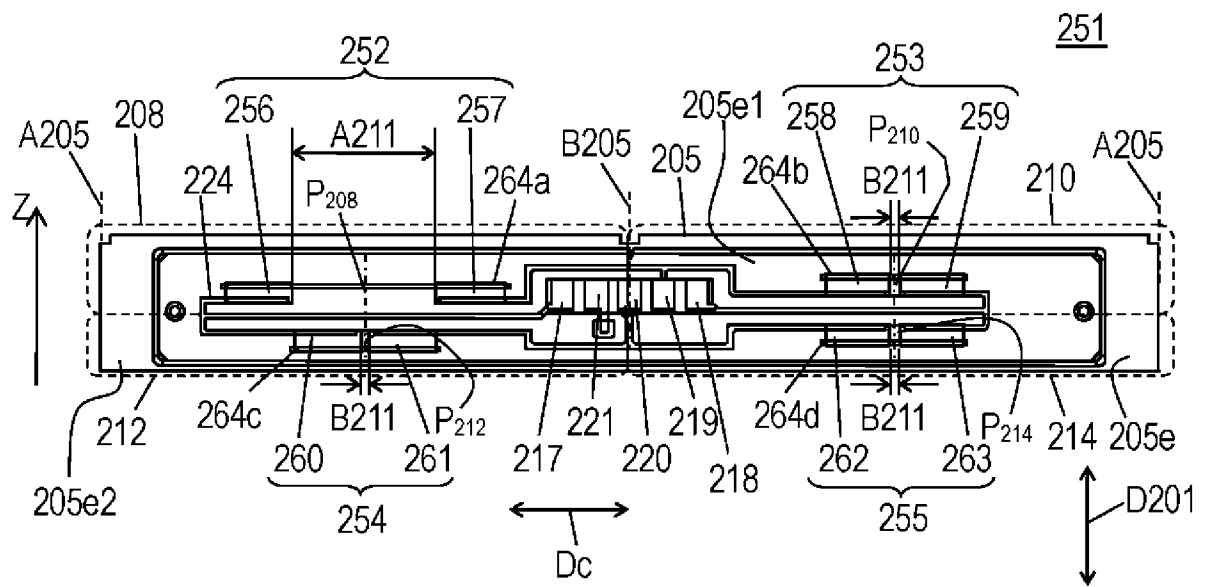
[図20B]



[図20C]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/005096

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L1/22(2006.01)i, G01L5/22(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)

G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, G01L25/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-219272 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 20 November 2014 (20.11.2014), paragraphs [0023] to [0034]; fig. 1 to 3 & US 2014/0331789 A1 0029 to 0040; fig. 1 to 3 & DE 102014106183 A1 & CN 104139698 A	1-3
X A	JP 2008-281547 A (Toyoda Iron Works Co., Ltd.), 20 November 2008 (20.11.2008), paragraphs [0002], [0004], [0066] to [0072]; fig. 1 to 5 & US 2008/0250894 A1 0005 to 0006, 0009, 0119 to 0137; fig. 1 to 5 & EP 1980459 A2 & CN 101284512 A	4-6 7, 12, 14-15

☒ 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
09 February 2017 (09.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/005096

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	WO 2015/198525 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 30 December 2015 (30.12.2015), paragraphs [0012] to [0029], [0032] to [0037]; fig. 1 to 4, 7 (Family: none)	4-6 7, 12, 14-15
A	JP 2008-064635 A (Toyoda Iron Works Co., Ltd.), 21 March 2008 (21.03.2008), paragraph [0030]; fig. 7 & US 2008/0060452 A1 0062 to 0063; fig. 8 & EP 1898191 A2 & CN 101140191 A & CN 105241588 A	4-7, 14-15
A	JP 3-504157 A (Zach Johann), 12 September 1991 (12.09.1991), page 5, upper left column, lines 2 to 16; fig. 6 & US 5144847 A column 5, lines 17 to 34; fig. 6 & WO 1989/009385 A1 & EP 0407413 A1 & DE 3909274 A1	7, 12
A	WO 2006/006677 A1 (Nagano Keiki Co., Ltd.), 19 January 2006 (19.01.2006), paragraphs [0052] to [0056]; fig. 9 to 10 & US 2008/0083287 A1 0094 to 0098; fig. 9 to 10 & EP 1788371 A1	1-3, 8, 10-11, 13
A	JP 2012-173287 A (Melexis Technologies NV), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraph [0031]; fig. 3C & US 2012/0210800 A1 0050; fig. 3C & EP 2490036 A1 & CH 704509 A1	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L1/22(2006.01)i, G01L5/22(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. G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, G01L25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-219272 A（富士重工業株式会社） 2014.11.20, 段落 0023-0034, 図 1-3 & US 2014/0331789 A1, 0029-0040, Figs. 1-3 & DE 102014106183 A1 & CN 104139698 A	1-3
X A	JP 2008-281547 A（豊田鉄工株式会社） 2008.11.20, 段落 0002, 0004, 0066-0072, 図 1-5 & US 2008/0250894 A1, 0005-0006, 0009, 0119-0137, Figs. 1-5 & EP 1980459 A2 & CN 101284512 A	4-6 7, 12, 14-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

公文代 康祐

2 F

8352

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
P, X P, A	WO 2015/198525 A1 (パナソニック IPマネジメント株式会社) 2015.12.30, 段落 0012-0029, 0032-0037, 図 1-4, 図 7 (ファミリーなし)	4-6 7, 12, 14-15
A	JP 2008-064635 A (豊田鉄工株式会社) 2008.03.21, 段落 0030, 図 7 & US 2008/0060452 A1, 0062-0063, Fig. 8 & EP 1898191 A2 & CN 101140191 A & CN 105241588 A	4-7, 14-15
A	JP 3-504157 A (ツアツハ ヨハン) 1991.09.12, 第 5 頁左上欄第 2-16 行, 図 6 & US 5144847 A, 第 5 欄第 17-34 行, Fig. 6 & WO 1989/009385 A1 & EP 0407413 A1 & DE 3909274 A1	7, 12
A	WO 2006/006677 A1 (長野計器株式会社) 2006.01.19, 段落 0052-0056, 図 9-10 & US 2008/0083287 A1, 0094-0098, Figs. 9-10 & EP 1788371 A1	1-3, 8, 10-11, 13
A	JP 2012-173287 A (マレクシス テクノロジーズ エヌヴィー) 2012.09.10, 段落 0031, 図 3C & US 2012/0210800 A1, 0050, Fig. 3C & EP 2490036 A1 & CH 704509 A1	9