

(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12月14日(14.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/212866 A1

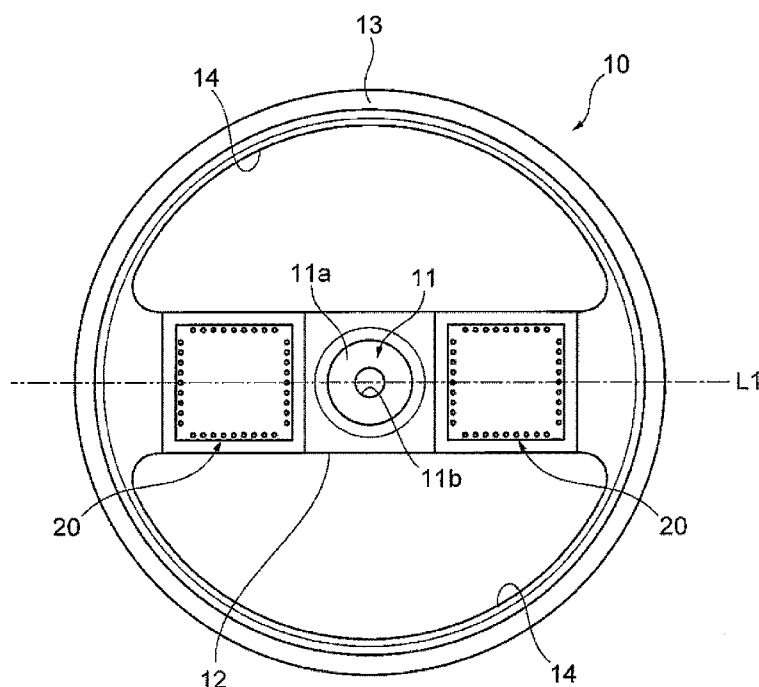
- (51) 国際特許分類:
G01L 1/22 (2006.01) *G01L 5/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017995
- (22) 国際出願日: 2017年5月12日(12.05.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-114586 2016年6月8日(08.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 秋山 吉之 (AKIYAMA Yoshiyuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0

番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 小貫 洋(ONUKI Hiroshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 鈴木 健悟(SUZUKI Kengo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 寺田 大介(TERADA Daisuke); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 芝田 瑞紀(SHIBATA Mizuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: FORCE SENSOR

(54) 発明の名称: カセンサ



(57) **Abstract:** Provided is a force sensor with which it is possible to measure forces such as thrust, and to detect a shift in the axis of said force. This force sensor is provided with a sensor plate 10 and a plurality of sensor elements 20 provided around a force-receiving part 11 of the sensor plate 10. Each of the sensor elements 20 is provided with a bridge circuit that includes a plurality of strain gauges.



(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, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 推力などの力を測定することができ、かつその力の軸ずれを検出することができ、力センサを提供する。センサプレート10と、該センサプレート10の受力部11の周囲に設けられた複数のセンサエレメント20とを備えた力センサ。各々のセンサエレメント20は、複数のひずみゲージを含むブリッジ回路を備える。

明 細 書

発明の名称：力センサ

技術分野

[0001] 本発明は、たとえば推力や軸力などの力を測定する力センサに関する。

背景技術

[0002] 従来から一軸方向に作用する荷重を測定する荷重センサに関する発明が知られている（下記特許文献1、請求項1等を参照）。この荷重センサは、荷重を一軸方向に伝える押圧軸と、前記押圧軸を介して荷重を測定するセンサエレメントと、前記センサエレメントを保護する荷重制限手段とを有している。

[0003] この荷重センサでは、センサエレメントの測定許容範囲内においては当該センサエレメントを用いて荷重を測定する。また、荷重が前記センサエレメントの測定許容範囲を超えた場合に、荷重制限手段がセンサエレメントの測定許容範囲を超えた荷重領域で変形する。

[0004] この荷重センサは、押圧軸に作用する荷重であって測定すべき範囲の荷重を正確に測定するとともに、測定許容範囲を超えた荷重や衝撃荷重が押圧軸に加わった場合に荷重制限手段が荷重領域で変形してセンサエレメントを保護する（同文献、段落0008等を参照）。

[0005] また、薄板状のセンサプレートと、このセンサプレートに取り付けられた複数のひずみゲージとを具備する荷重センサに係る発明が開示されている（下記特許文献2、請求項1等を参照）。この荷重センサにおいて、センサプレートは、その一軸方向の両端が、このセンサプレートを任意の対象物に固定させる固定部となされる一方で、その中心点に変位ないし荷重をこのセンサプレートに伝達せしめる伝達部となされている。

[0006] また、ひずみゲージを前記中心点に対して点対称となる位置に配置するとともに、点対称となる位置に配されたひずみゲージ同士を電氣的に並列または直列に接続してゲージペアを構成している。さらに、各ゲージペア同士を

電氣的に直列に接続して、これらひずみゲージでブリッジ回路を構成している。

- [0007] センサプレートに上記のようにひずみゲージを配置するとともに相互に接続することにより、測定誤差の低減を図ることができる。また、ひずみゲージが設けられるセンサプレートとして薄板を採用するので、コンパクトに形成できる（同文献、段落0017等を参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2015-111084号公報
特許文献2：国際公開第2006/006677号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 前記特許文献1に記載された荷重センサでは、押圧軸に作用する荷重を測定することはできるが、その荷重の軸ずれを検出することはできない。同様に、前記特許文献2に記載された荷重センサにおいても、起歪体の取付部に作用する荷重を測定することはできるが、その荷重の軸ずれを検出することはできない。
- [0010] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、推力などの力を測定することができ、かつその力の軸ずれを検出することができる力センサ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] 前記目的を達成すべく、本発明の力センサは、センサプレートと、該センサプレートの受力部の周囲に設けられた複数のセンサエレメントと、を備えた力センサであって、各々の前記センサエレメントは、複数のひずみゲージを含むブリッジ回路を備えることを特徴とする。

発明の効果

- [0012] 本発明に係る力センサによれば、力センサに作用する力を受けて弾性変形

するセンサプレートの受力部の周囲に複数のセンサエレメントが配置され、各々のセンサエレメントが複数のひずみゲージを含むブリッジ回路を備えることで、力センサに作用する力を測定することができ、かつその力の軸ずれを検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態1に係る力センサを備えたブレーキシステムの概略構成図。

[図2]本発明の実施形態1に係る力センサの外観斜視図。

[図3]図2に示す力センサの分解斜視図。

[図4]図2に示す力センサのIV-IV線に沿う断面矢視図。

[図5]図2に示すセンサプレートとセンサエレメントの平面図。

[図6]図2に示すセンサエレメントの概略構成図。

[図7]図2に示すセンサエレメントの回路図。

[図8]図2に示す基板ユニットとガイドプレートの斜視図。

[図9]本発明の実施形態2に係る力センサの図5に相当する平面図。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明に係る力センサの実施形態を説明する。

[0015] [実施形態1]

図1は、本発明の実施形態1に係る力センサ100を備えたブレーキシステム1の概略構成図である。

[0016] ブレーキシステム1は、たとえば、ホイール2とともに回転するブレーキディスク3を挟持する一对のブレーキパッド4A、4Bと、この一对のブレーキパッド4A、4Bの一方に連結されたピストン5と、このピストン5を軸線L方向に伸縮させる直動機構6と、この直動機構6に取り付けられた力センサ100とを備える。

[0017] 直動機構6は、たとえばモータと、複数のギアと、ボールねじと、ボールねじナットと、ベアリングとを備えている。直動機構6は、たとえば、モータの回転動力を複数のギアを介してボールねじに伝達してボールねじを回転

させ、ベアリングを介してボールねじの回転をボールねじナットの直進運動に置き換えて、ピストン5を軸線L方向に伸縮させる。

[0018] 直動機構6は、車両の制動時にピストン5を伸長させ、ブレーキパッド4Aをブレーキディスク3に向けて移動させ、ブレーキディスク3を一对のブレーキパッド4A、4Bの間に挟持する。また、直動機構6は、車両の走行時にピストン5を収縮させ、ブレーキパッド4A、4Bとブレーキディスク3とを離隔させる。

[0019] 直動機構6は、ピストン5を伸長させてブレーキパッド4Aをブレーキディスク3に向けて移動させるときに、慣性によって逆向きの推力Fを受ける。このブレーキパッド4Aを押し付ける方向と反対の方向を向く推力Fは、車両の走行時の振動や荷重によって、推力Fの方向と垂直な方向に軸ずれを生じる場合がある。

[0020] カセンサ100は、たとえば、ピストン5の軸線L上でピストン5と反対側の直動機構6の端部に取り付けられる。カセンサ100は、直動機構6に作用するピストン5の伸長方向と反対方向の推力Fを測定するとともに、この推力Fの軸ずれを検出する。カセンサ100は、たとえばエンジンコントロールユニット（ECU）7に接続され、測定した推力Fと軸ずれの情報を含む信号をECU7に出力する。

[0021] すなわち、本実施形態のカセンサ100は、たとえば推力や押力などの力Fを測定するためのセンサであり、たとえば車両のブレーキシステム1に適用することができる。なお、本実施形態のカセンサ100は、推力や押力以外の力Fを測定することも可能であり、ブレーキシステム1以外に適用することも可能である。

[0022] 図2は、本実施形態のカセンサ100の斜視図である。図3は、図2に示すカセンサ100の分解斜視図である。図4は、図2に示すカセンサ100のIV-IV線に沿う断面矢視図である。

[0023] 本実施形態のカセンサ100は、主要な構成として、センサプレート10と、該センサプレート10の受力部11の周囲に設けられた複数のセンサエ

メント20と、を備えている。なお、センサプレート10の受力部11は、力センサ100の測定対象である力センサ100に作用する力Fによって変形する部分である。詳細については後述するが、本実施形態の力センサ100は、各々のセンサエレメント20が、複数のひずみゲージ21を含むブリッジ回路22（図7参照）を備えることを特徴としている。

[0024] 力センサ100は、上記の主要な構成に加えて、たとえば、センサプレート10に対向する受力部材30と、基板ユニット40と、該基板ユニット40に実装されるコネクタ41と、基板ユニット40を支持するガイドプレート50と、基板ユニット40を覆うカバー60と、を備えることができる。センサプレート10の端部は、たとえば受力部材30の周縁部に固定され、受力部11は、たとえばセンサプレート10の中間部に設けられている。

[0025] 図5は、図2に示すセンサプレート10とセンサエレメント20の平面図である。

[0026] センサプレート10は、たとえば、円形の板状の部材であり、センサプレート10を横断する帯状または短冊形の細長い長方形の架橋部12と、センサプレート10の周縁部に設けられた円環状の縁部13と、この縁部13と架橋部12との間に設けられた概ね弓形の開口部14とを有している。架橋部12は、幅方向の中点を通る中心線L1が円形のセンサプレート10の中心を通り、両端部が縁部13を介して受力部材30に固定され、中央部が受力部材30からの力を受ける受力部11とされている。図示の例において、架橋部12の受力部11の中心線L1方向の両側には、一对のセンサエレメント20が受力部11を挟むように配置されている。

[0027] センサプレート10の受力部11は、たとえば平面形状が円形の凹部11aと、この凹部11aの底部の中央を貫通する貫通孔11bとを有することができる。図4に示すように、凹部11aは、周縁部に傾斜面を有する段差状に設けられ、この凹部11aの底部においてセンサプレート10が薄肉化されている。凹部11aの底部を貫通する貫通孔11bには、受力部材30の中央部に設けられた突起部31が係合している。

[0028] 図6および図7は、それぞれ、図3および図5に示すセンサエレメント20の概略構成図および回路図である。

[0029] 本実施形態のカセンサ100において、センサエレメント20は、ブリッジ回路22と制御回路とが半導体チップ上に集積された半導体ひずみセンサである。すなわち、センサエレメント20は、4つのひずみゲージ21からなるブリッジ回路22を含むひずみICが1チップ化されたセンサチップである。センサエレメント20は、たとえば、4つのひずみゲージ21を含むブリッジ回路22と、このブリッジ回路22の信号を増幅する増幅器23と、A/D変換器24と、記憶演算部25、26と、温度センサ27と、D/A変換器28とを備えている。

[0030] 記憶演算部25、26は、たとえば半導体メモリ等の記憶部とCPU等の演算部とを備えている。記憶演算部25、26の記憶部には、ブリッジ回路22の出力を補正するための補正データが記憶されている。記憶演算部25、26の演算部は、記憶部に記憶された補正データに基づいてブリッジ回路22の出力を補正する。

[0031] より詳細には、一方の記憶演算部25は、たとえば、ひずみに対する出力を調整するためのプログラムである出力調整ロジックが記憶部に記憶され、演算部によってブリッジ回路22の出力を出力調整ロジックに基づいて調整する。他方の記憶演算部26は、たとえば、温度特性による誤差を補正するプログラムである温度特性誤差補正ロジックが記憶部に記憶され、演算部によってブリッジ回路22の出力を温度センサ27の検出結果と温度特性誤差補正ロジックに基づいて補正する。

[0032] このような構成により、センサエレメント20は、カセンサ100に作用する力Fに応じたセンサプレート10のひずみを、ブリッジ回路22、増幅器23、A/D変換器24、記憶演算部25、26およびD/A変換器28等によって電気的な信号に変換することができる。また、センサエレメント20は、記憶演算部25、26によってセンサプレート10またはセンサエレメント20の温度特性による誤差を補正することができる。センサエレ

ント20は、図3および図4に示すように、たとえばガラスを含む接合層29を介してセンサプレート10に接合されている。

[0033] 図3および図4に示すように、受力部材30は、センサプレート10に対向して配置された円板状の部材である。受力部材30は、たとえば、センサプレート10よりも厚く、センサプレート10よりも高い機械的強度を有し、ステンレス鋼等の金属材料によって製作されている。図1に示すように、ブレーキシステム1に用いられる力センサ100に作用する力Fは、通常は0kN以上25kN以下の範囲であり、最大で50kN程度に達することがある。受力部材30は、力センサ100に作用する力Fを受けて弾性変形することで、比較的薄く機械的強度が低いセンサプレート10の受力部11を、力センサ100に作用する力Fに応じた変形量で弾性変形させる。

[0034] 図示の例において、受力部材30は、外周面よりもやや内側で、センサプレート10に対向する円形の端面の周縁部に、円筒状のハウジング部32を有している。また、受力部材30は、センサプレート10に対向する円形の端面の中央部で、ハウジング部32の内側に、センサプレート10へ向けて突出して受力部11に当接する突起部31を有している。また、受力部材30は、図3に示すように、センサプレート10に対向する円形の端面の周縁部で、ハウジング部の外側に、位置決め用の凸部33を有している。また、受力部材30は、図4に示すように、センサプレート10に対向する円形の端面と反対側の底面の周縁部に溝部34を有している。

[0035] 受力部材30の円筒状のハウジング部32は、内周面に設けられた複数の段差部32a、32b、32cと、先端部の開口縁に等角度間隔で設けられた切欠部32dと、を有している。ハウジング部32は、基端側すなわち下段の段差部32aによって、センサプレート10の周縁部を支持している。センサプレート10の周縁部は、たとえば全周がハウジング部32に溶接されることによって、ハウジング部32に固定されている。これにより、センサプレート10の端部が、受力部材30の周縁部に固定される。

[0036] ハウジング部32は、中段の段差部32bによって、コネクタ41が実装

された基板ユニット40を支持するガイドプレート50の周縁部を支持している。ガイドプレート50の周縁部は、たとえば、接着剤を介してハウジング部32に固定されている。ハウジング部32は、先端側すなわち上段の段差部32cによって、カバー60の下端部を支持している。ハウジング部32は、たとえば先端部の開口縁に90°の等角度間隔で形成された切欠部32dに、カバー60の周縁部の突出部61に係合させる。

[0037] 受力部材30の突起部31は、センサプレート10に対向する円形の端面の中央部で、ハウジング部32の内側に設けられ、先端がセンサプレート10の受力部11の貫通孔11bに挿入され、センサプレート10の受力部11に当接している。突起部31は、円板状の受力部材30の中心を通る軸線L2を有する円柱状に形成され、基端部が拡径されている。突起部31の先端部は、たとえばセンサプレート10の受力部11の貫通孔11bに全周を溶接することによって固定され、受力部材30の中央部の軸線L2方向に作用する力Fに応じた受力部材30の軸線L2方向の弾性変形によって軸線L2方向に変位し、センサプレート10の受力部11に軸線L2方向の力を作用させる。

[0038] 受力部材30の溝部34は、図4に示すように、センサプレート10に対向する円形の端面と反対側の底面の周縁部に設けられ、受力部材30の周方向に連続する円環状に形成されている。円環状の溝部34は、受力部材30の軸線L2方向において円筒状のハウジング部32の延長線上に設けられている。これにより、受力部材30の底面の溝部34の内側に力Fが作用したときに、受力部材30の周縁部の機械的強度を確保しつつ、受力部材30の周縁部の内側の部分を軸線L2方向に弾性変形しやすくすることができる。

[0039] 受力部材30の位置決め用の凸部33は、センサプレート10に対向する円形の端面の周縁部で、ハウジング部32の外側に設けられ、たとえば、円板状の受力部材30の中心を通る軸線L2に平行な軸線L3を有する円柱状に形成されている。位置決め用の凸部33は、力センサ100の中心を通る軸線L2に対して、力センサ100の回転方向の位置を位置決めする。

[0040] 図8は、図2に示す基板ユニット40とガイドプレート50の斜視図である。

[0041] ガイドプレート50は、基板ユニット40を支持する円形の板状の部材であり、中央部を横断する細長い概ね長方形の開口部51を有し、この開口部51にセンサプレート10の架橋部12を露出させる。ガイドプレート50は、たとえば、基板ユニット40を位置決めして固定する複数の凸部52を有し、シリコン接着剤を介して基板ユニット40に接合される。

[0042] 図示の例では、同一の構成を有する一对の基板ユニット40が、ガイドプレート50の開口部51の両側に、ガイドプレート50の中心に対して点対称に配置されている。一对の基板ユニット40には、それぞれコネクタ41が実装されている。一对の基板ユニット40は、それぞれ、センサプレート10の架橋部12に固定されたセンサエレメント20に対して、図示を省略するワイヤによって接続されている。ワイヤは、たとえばアルミを素材とするワイヤボンディングによって形成されている。

[0043] 一对の基板ユニット40は、たとえば、電源E、接地GND、出力S用の3本のワイヤと、通信用の4本のワイヤとを介して、一对のセンサエレメント20に接続されている。このようなワイヤの構成により、一对の基板ユニット40と一对のセンサエレメント20とを最短で接続し、耐ノイズ性および耐振動性を向上させ、ワイヤのレイアウトを簡潔にまとめることができ、基板ユニット40の小型化、ひいては力センサ100の小型化を図ることができる。

[0044] 一对の基板ユニット40には、コネクタ41、コンデンサ42および保護抵抗43などが、たとえば半田によって接合されて実装されている。コンデンサ42および保護抵抗43は、ノイズの抑制や、電源Eおよび出力Sの安定化を目的として実装されている。

[0045] 以下、本実施形態の力センサ100の作用について説明する。

[0046] 本実施形態の力センサ100は、たとえば、図1に示すブレーキシステム1に搭載され、直動機構6がピストン5を伸長させてブレーキパッド4Aを

ブレーキディスク 3 に向けて移動させるときに受ける、ブレーキパッド 4 A の移動方向と逆向きの推力 F を測定する。直動機構 6 が受けた推力 F は、図 4 に示すように、直動機構 6 から力センサ 100 の受力部材 30 の底面に伝達され、受力部材 30 を軸線 L2 方向にセンサプレート 10 へ向けて弾性変形させる。

[0047] センサプレート 10 は、受力部材 30 の弾性変形によって、受力部 11 が軸線 L2 方向に弾性変形する。より具体的には、受力部材 30 がセンサプレート 10 へ向けて突出して受力部 11 に当接する突起部 31 を有する場合には、受力部材 30 の弾性変形によって突起部 31 が軸線 L2 方向にセンサプレート 10 へ向けて変位し、突起部 31 に当接したセンサプレート 10 の受力部 11 が突起部 31 から軸線 L2 方向の力を受ける。これにより、センサプレート 10 が弾性変形し、受力部 11 の両側に設けられた一对のセンサエレメント 20 によって、センサプレート 10 のひずみが電気信号に変換される。

[0048] ここで、本実施形態の力センサ 100 は、センサプレート 10 の受力部 11 の周囲に設けられた複数のセンサエレメント 20 の各々が、複数のひずみゲージ 21 を含むブリッジ回路 22 を備えている。これにより、たとえば車両の走行時に作用する振動や荷重によって、力センサ 100 に作用する推力 F が、その推力 F の方向と垂直な方向に軸ずれ A d を生じた場合に、その推力 F の軸ずれ A d を検出することが可能になる。

[0049] より詳細には、たとえば、図 4 に示すように、力センサ 100 の中心に軸線 L2 に平行に作用する力 F が、軸線 L2 に垂直な力センサ 100 の径方向に軸ずれ A d を生じる場合がある。この場合、力 F の軸ずれ A d を生じる前は、一对のセンサエレメント 20 によって概ね等しいひずみが測定される。しかし、力 F の軸ずれ A d を生じた後は、一方のセンサエレメント 20 によって測定されるひずみが減少し、他方のセンサエレメント 20 によって測定されるひずみが増加するなど、一对のセンサエレメント 20 によって異なるひずみが検出される。

[0050] したがって、本実施形態の力センサ 100 によれば、力 F の作用する位置によって異なる複数のセンサエレメント 20 のひずみの測定結果に基づいて、力センサ 100 に作用する力 F の軸ずれ A_d を検出することができる。これにより、本実施形態の力センサ 100 によれば、たとえば、ブレーキシステム 1 の直動機構 6 に作用する推力 F の軸ずれ A_d を検出することができる。これに対し、前述の特許文献 2 に記載された従来の荷重センサは、中心点に点対称の位置にあるひずみゲージの抵抗値の変化が相互に相殺されるため、荷重の軸ずれを検出するのは困難である（同文献、段落 0079 から 0081 等を参照）。

[0051] また、本実施形態の力センサ 100 は、センサエレメント 20 を複数備え、出力 S が多チャンネルであるため、各センサエレメント 20 の出力 S を比較することによって、センサエレメント 20 の故障診断を行うことができ、信頼性を向上させることができる。これに対し、特許文献 2 に記載された従来の荷重センサは、出力が 1 チャンネルであるため、故障診断ができず、信頼性に課題がある。

[0052] また、本実施形態の力センサ 100 は、センサプレート 10 に対向する受力部材 30 を備え、センサプレート 10 の端部は、受力部材 30 の周縁部に固定され、受力部 11 は、センサプレート 10 の中央部に設けられている。これにより、力センサ 100 に作用する大きな力 F を受力部材 30 によって受け、その力 F の大きさに応じた受力部材 30 の弾性変形によるセンサプレート 10 のひずみをセンサエレメント 20 で測定することで、力センサ 100 に作用する力 F を正確に測定することができる。

[0053] また、本実施形態の力センサ 100 において、センサプレート 10 は、両端部が受力部材 30 の周縁部に固定され中央部が受力部 11 とされた架橋部 12 を有し、この架橋部 12 の受力部 11 の両側に一对のセンサエレメント 20 が配置されている。これにより、受力部材 30 の弾性変形によって受力部 11 によって両端が支持されたセンサプレート 10 の架橋部 12 を弾性変形させ、架橋部 12 の中央部の受力部 11 を効率よく弾性変形させることが

できる。したがって、受力部 11 の両側のセンサエレメント 20 によるひずみの検出精度を向上させ、力センサ 100 の力 F の測定精度を向上させることができる。

[0054] また、本実施形態の力センサ 100 において、受力部材 30 は、センサプレート 10 へ向けて突出して受力部 11 に当接する突起部 31 を有している。これにより、受力部材 30 の弾性変形によってセンサプレート 10 の受力部 11 をより効率よく弾性変形させ、受力部 11 の両側のセンサエレメント 20 によるひずみの検出精度をさらに向上させ、力センサ 100 の力 F の測定精度をさらに向上させることができる。

[0055] なお、力センサ 100 は、前述のように、センサプレート 10 の端部が受力部材 30 の周縁部に固定され、受力部 11 は、センサプレート 10 の中央部に設けられている。そのため、受力部材 30 が突起部 31 を有しない場合にも、受力部材 30 の弾性変形によって、センサプレート 10 の受力部 11 を弾性変形させることができ、力センサ 100 に作用する力 F を測定することができ、その力 F の軸ずれ A_d を検出することができる。

[0056] また、本実施形態の力センサ 100 において、受力部材 30 は、位置決め用の凸部 33 を有している。これにより、たとえば、力 F の軸ずれ A_d が生じやすい方向と、力センサ 100 において力 F の軸ずれ A_d の検出精度が高い方向とを位置合わせして、力センサ 100 による力 F の軸ずれ A_d の検出精度を向上させることができる。より具体的には、位置決め用の凸部 33 によって、図 5 に示すセンサプレート 10 の架橋部 12 の中心線 L_1 が、図 4 に示す力 F の軸ずれ A_d が生じやすい方向と平行になるように、力センサ 100 を位置決めすることで、力 F の軸ずれ A_d の検出精度を向上させることができる。

[0057] また、本実施形態の力センサ 100 において、センサエレメント 20 は、複数のひずみゲージ 21 を含むブリッジ回路 22 と制御回路とが半導体チップ上に集積された半導体ひずみセンサである。これにより、CMOS 半導体プロセスを活用して、ブリッジ回路 22、増幅器 23、 A/D 変換器 24、

記憶演算部 25、26、温度センサ 27、D/A変換器 28等を1チップ上に集積化することができる。これにより、接合部分の劣化が抑制され、長期の信頼性を向上させたセンサエレメント 20を得ることができる。また、センサエレメント 20の小型、低消費電力を実現し、耐ノイズ性を向上させ、センサエレメント 20の性能向上、信頼性向上、および長寿命化が可能になる。

[0058] また、本実施形態の力センサ 100において、センサエレメント 20は、ブリッジ回路 22の出力を補正するための補正データが記憶された記憶演算部 25、26を備え、この記憶演算部 25は、補正データに基づいてブリッジ回路 22の出力を補正する。これにより、本実施形態の力センサ 100は、センサエレメント 20によって、たとえば組立誤差や特性のばらつきによるひずみに対する出力調整を行ったり、温度変化に伴う計測データの誤差を補正したりすることが可能になる。したがって、力センサ 100の歩留まりを向上させることができ、センサエレメント 20の外部に回路を設ける必要がなくなり、製造コストを低減しつつ、低消費電力で高精度の計測が可能になる。

[0059] [実施形態 2]

次に、本発明に係る力センサの実施形態 2について、図 1 から図 4 および図 6 から図 8 を援用し、図 9 を用いて説明する。図 9 は、本発明の実施形態 2 に係る力センサのセンサプレート 10A およびセンサエレメント 20 を示す図 5 に相当する平面図である。

[0060] 本実施形態に係る力センサは、主に、センサプレート 10A が架橋部 12 の代わりに複数の輻状部 12A を有し、センサエレメント 20 が各々の輻状部 12A に配置されている点で、前述の実施形態 1 に係る力センサ 100 と異なっている。本実施形態の力センサのその他の点は、前述の実施形態 1 の力センサ 100 と同様であるので、同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。

[0061] 本実施形態の力センサは、前述の実施形態 1 の力センサ 100 と同様に、

センサプレート10Aと、このセンサプレート10Aの受力部11の周囲に設けられた複数のセンサエレメント20と、を備え、各々のセンサエレメント20が複数のひずみゲージ21を含むブリッジ回路22を備えることを特徴としている。

[0062] 本実施形態の力センサにおいて、センサプレート10は、受力部11から放射状に延びて受力部材30の周縁部に固定された複数の輻状部12Aを有し、センサエレメント20は、各々の輻状部12Aに配置されている。より具体的には、センサプレート10は、受力部11から放射状に延びる3本の輻状部12Aと各輻状部12Aの間に設けられた扇形の開口部14を有している。各輻状部12Aは、たとえば、センサプレート10の周方向に120°の等角度間隔に配置されている。センサエレメント20は、各輻状部12Aの受力部11に接続された端部と周縁部に接続された端部との間に1つずつ、合計3つがセンサプレート10の中央部の受力部11の周囲に配置されている。

[0063] 本実施形態の力センサによれば、前述の実施形態1の力センサ100と同様の効果が得られるだけでなく、センサプレート10の受力部11の周囲に設けられた3つのセンサエレメント20によって、力センサに作用する力Fの軸ずれAdを、センサプレート10に平行で互いに垂直な2方向において精度よく検出することができる。また、3つのセンサエレメント20の出力を比較することで、センサエレメント20の故障判定を多数決判断によって行うことができる。また、3つのセンサエレメント20のうち1つが故障した場合でも、残りの2つによって力Fの測定とその力Fの軸ずれを精度よく検出することができる。

[0064] なお、輻状部12Aを4本以上設け、各輻状部12Aにセンサエレメント20を配置することもできる。また、輻状部12Aは、必ずしも等角度間隔に設けなくてもよい。また、複数のセンサエレメント20において、センサプレート10の受力部11との間の距離を異ならせることで、各センサエレメント20の測定レンジを異ならせることも可能である。また、力センサに

作用する力Fとその力Fによる変位が1 : 1で対応する場合には、力センサを変位センサとして用いることもできる。

[0065] 以上、図面を用いて本発明の実施の形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。

符号の説明

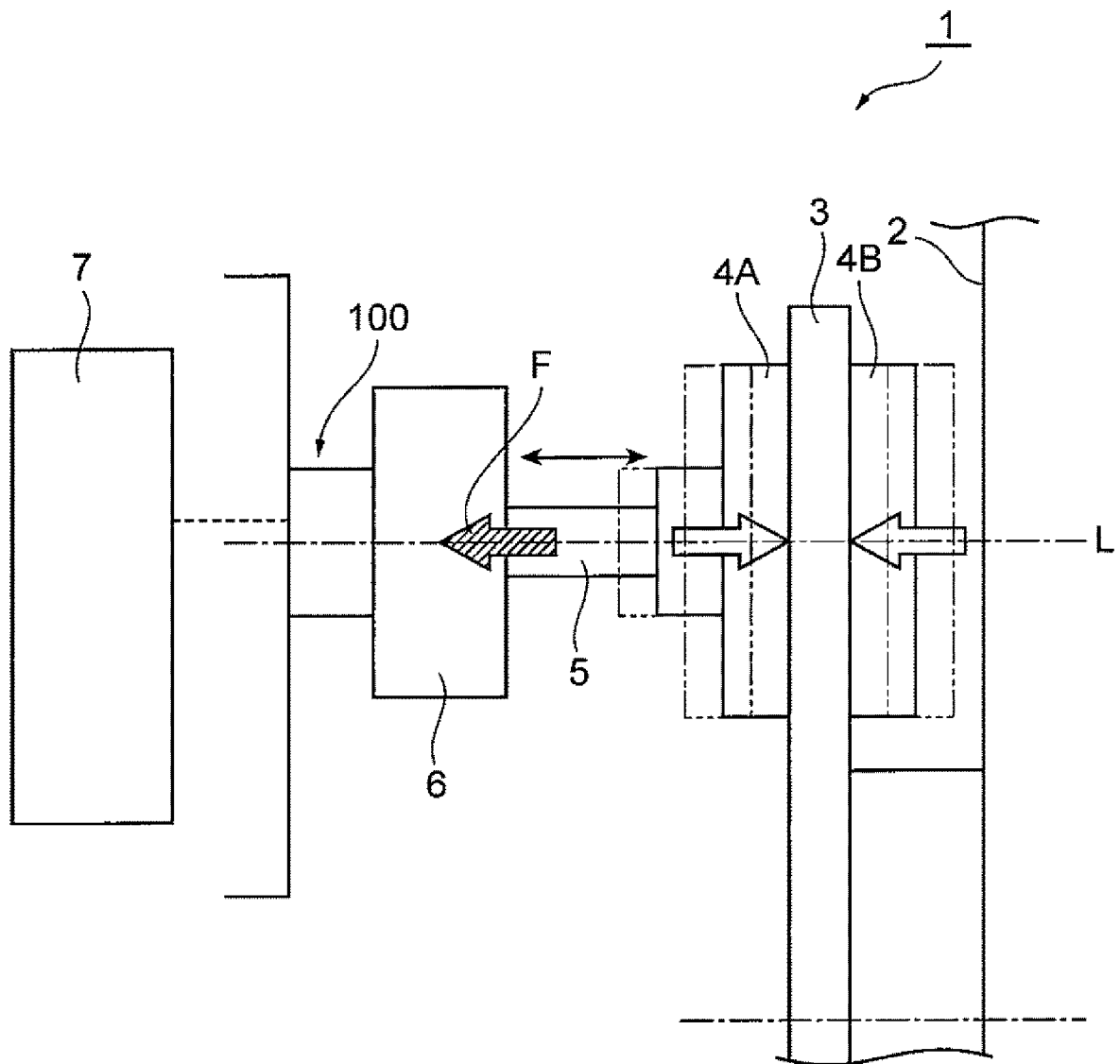
- [0066] 1 0 センサプレート
1 1 受力部
1 2 架橋部
1 2 A 輻状部
2 0 センサエレメント
2 2 ブリッジ回路
2 5 記憶演算部（制御回路）
2 6 記憶演算部（制御回路）
3 0 受力部材
3 1 突起部
3 3 凸部
1 0 0 力センサ

請求の範囲

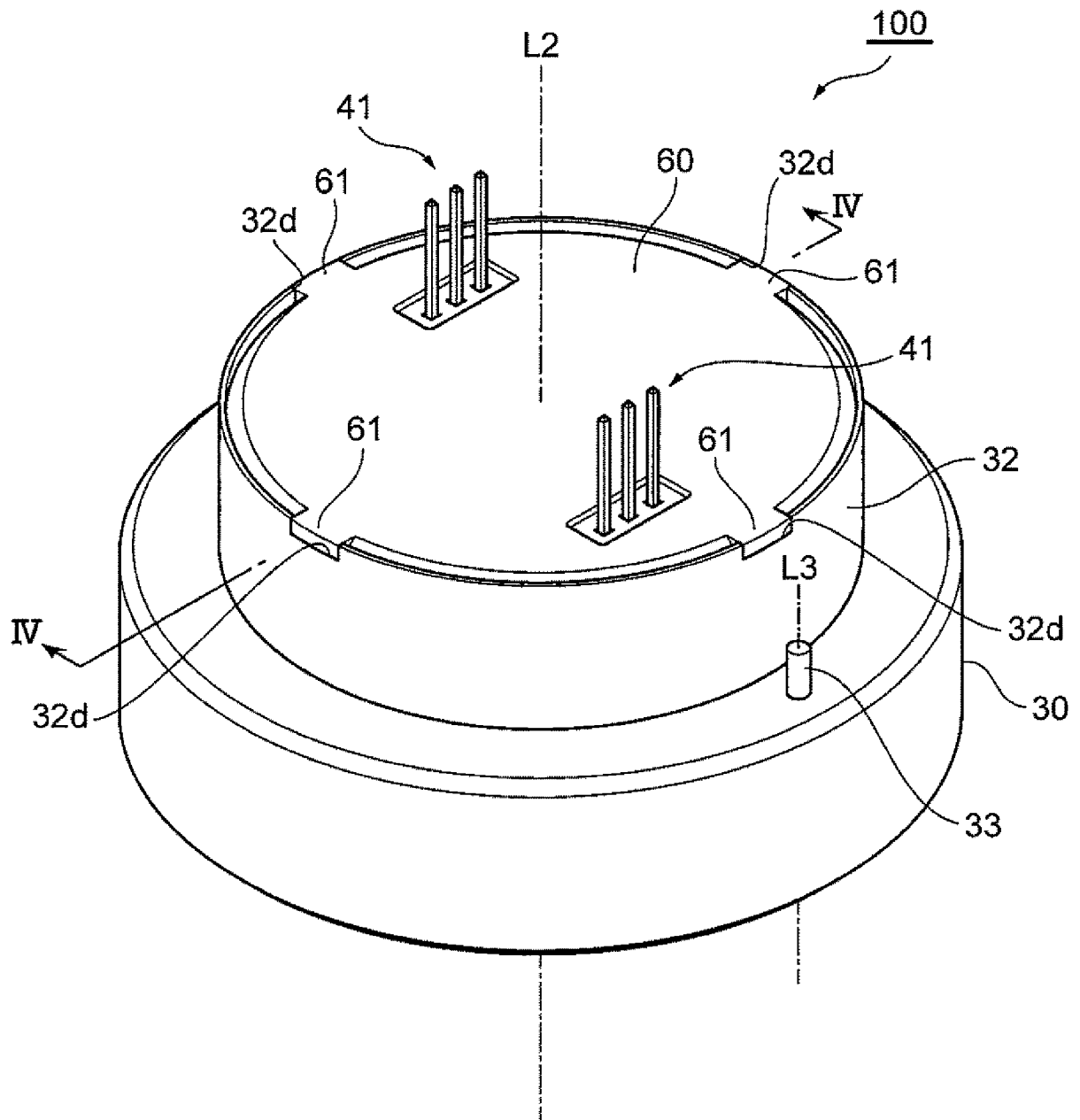
- [請求項1] センサプレートと、該センサプレートの受力部の周囲に設けられた複数のセンサエレメントと、を備えた力センサであって、
- 各々の前記センサエレメントは、複数のひずみゲージを含むブリッジ回路を備えることを特徴とする力センサ。
- [請求項2] 前記センサプレートに対向する受力部材を備え、
- 前記センサプレートの端部は、前記受力部材の周縁部に固定され、
- 前記受力部は、前記センサプレートの中央部に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の力センサ。
- [請求項3] 前記センサプレートは、両端部が前記受力部材の周縁部に固定され
- 中央部が前記受力部とされた架橋部を有し、
- 前記架橋部の前記受力部の両側に一对の前記センサエレメントが配置されていることを特徴とする請求項2に記載の力センサ。
- [請求項4] 前記センサプレートは、前記受力部から放射状に延びて前記受力部材の前記周縁部に固定された複数の輻状部を有し、
- 前記センサエレメントは、各々の前記輻状部に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の力センサ。
- [請求項5] 前記受力部材は、前記センサプレートへ向けて突出して前記受力部に当接する突起部を有することを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の力センサ。
- [請求項6] 前記受力部材は、位置決め用の凸部を有することを特徴とする請求項3に記載の力センサ。
- [請求項7] 前記センサエレメントは、前記ブリッジ回路と制御回路とが半導体チップ上に集積された半導体ひずみセンサであることを特徴とする請求項1に記載の力センサ。
- [請求項8] 前記センサエレメントは、前記ブリッジ回路の出力を補正するための補正データが記憶された記憶演算部を備え、
- 前記記憶演算部は、前記補正データに基づいて前記ブリッジ回路の

出力を補正することを特徴とする請求項 7 に記載の力センサ。

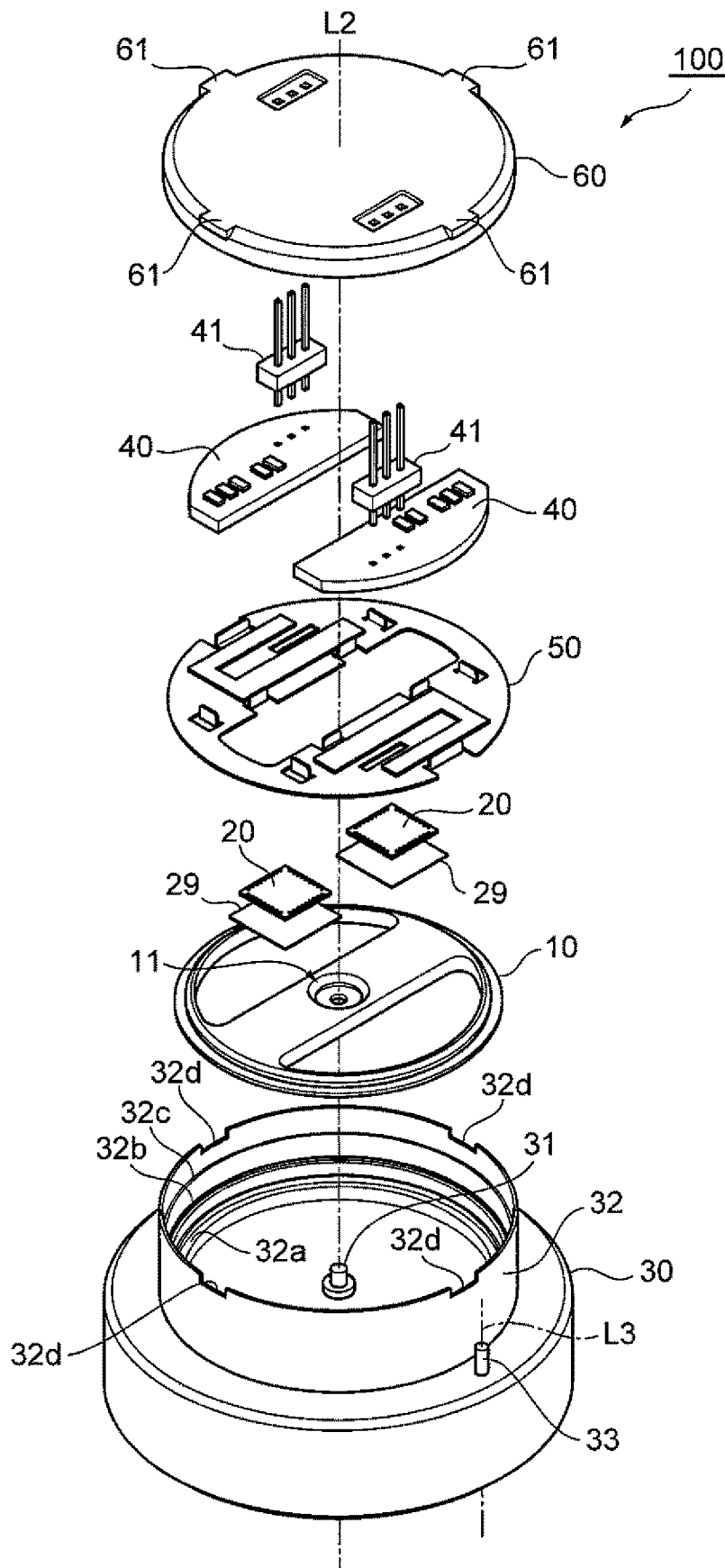
[図1]



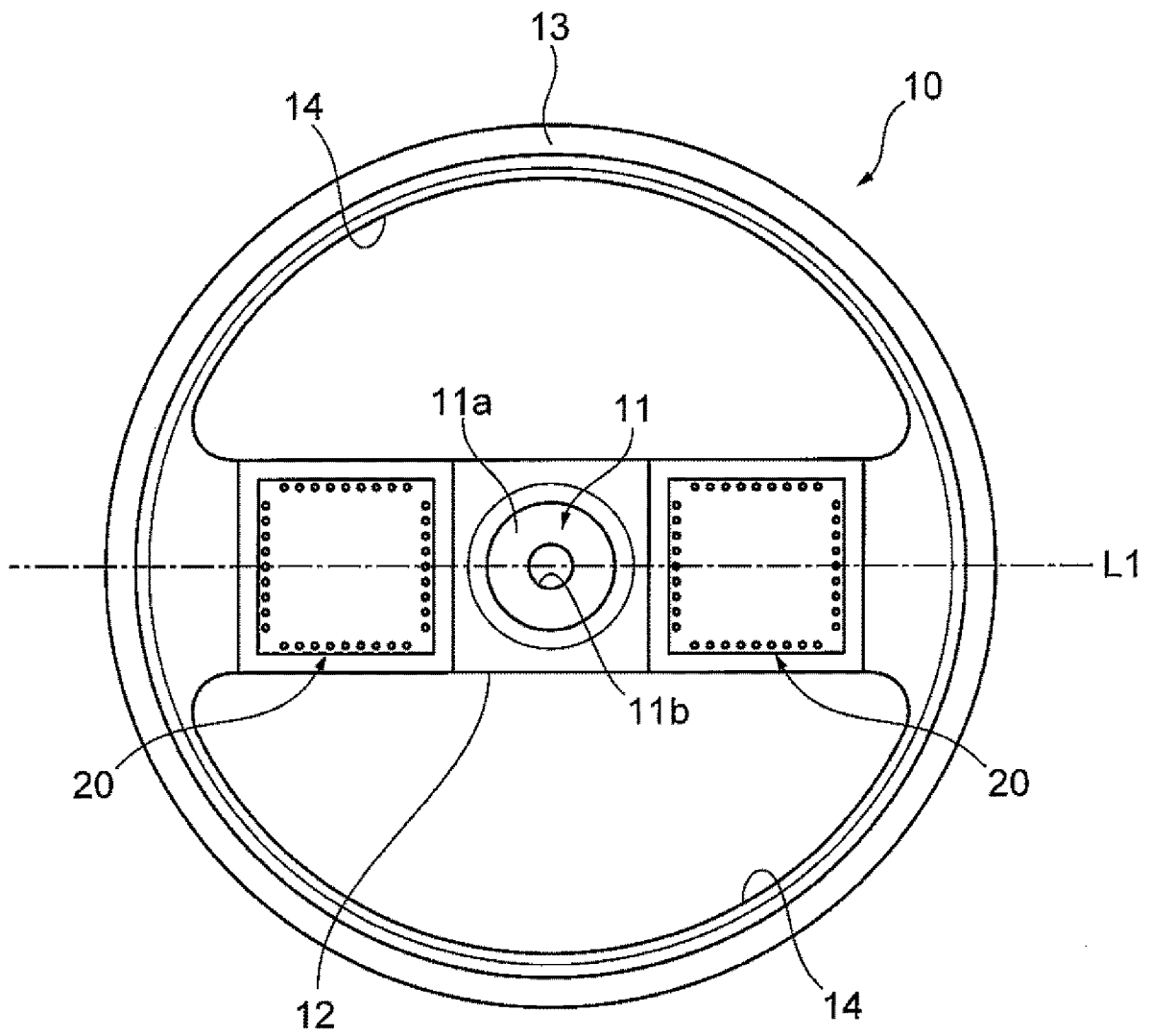
[図2]



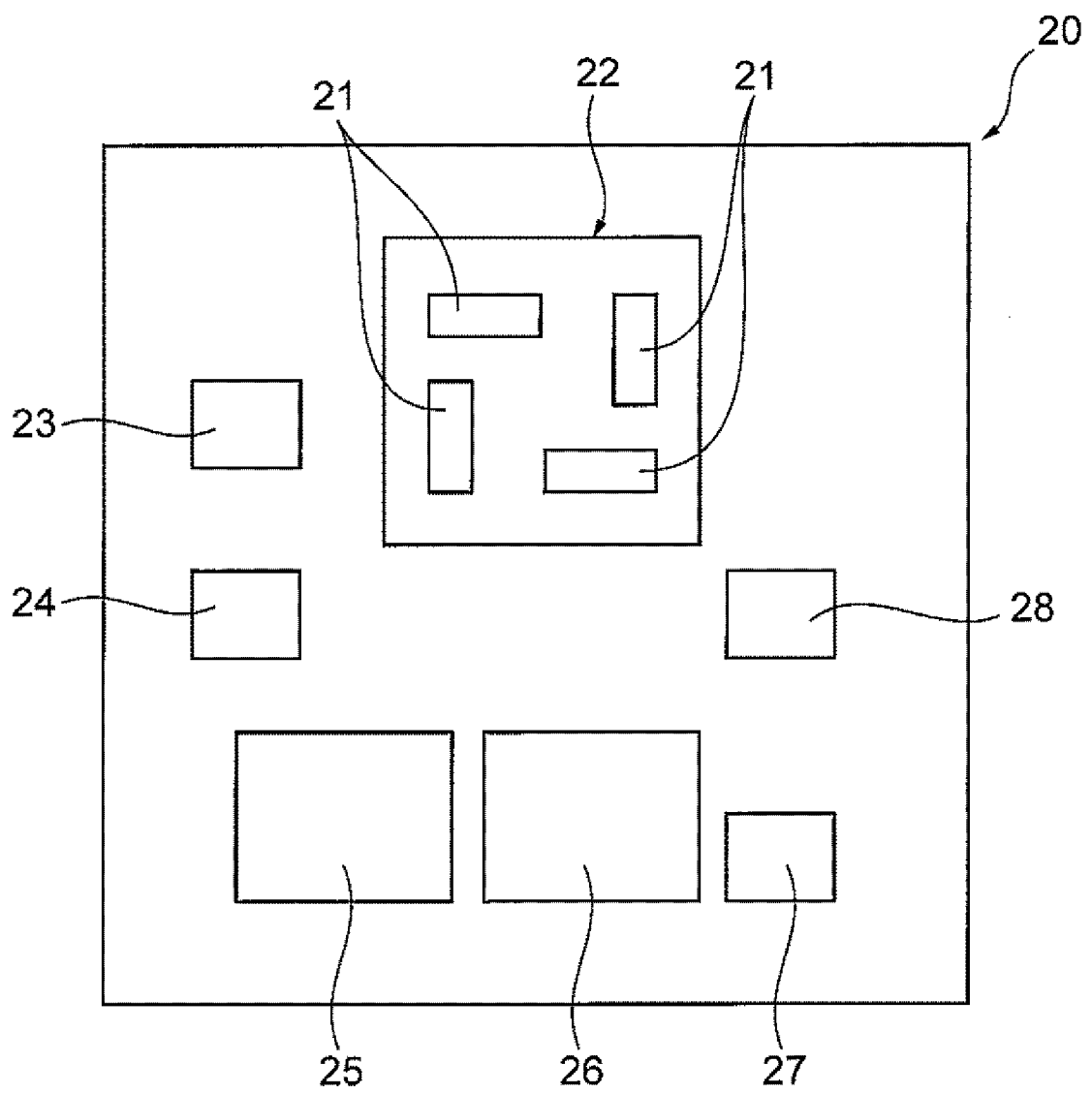
[図3]



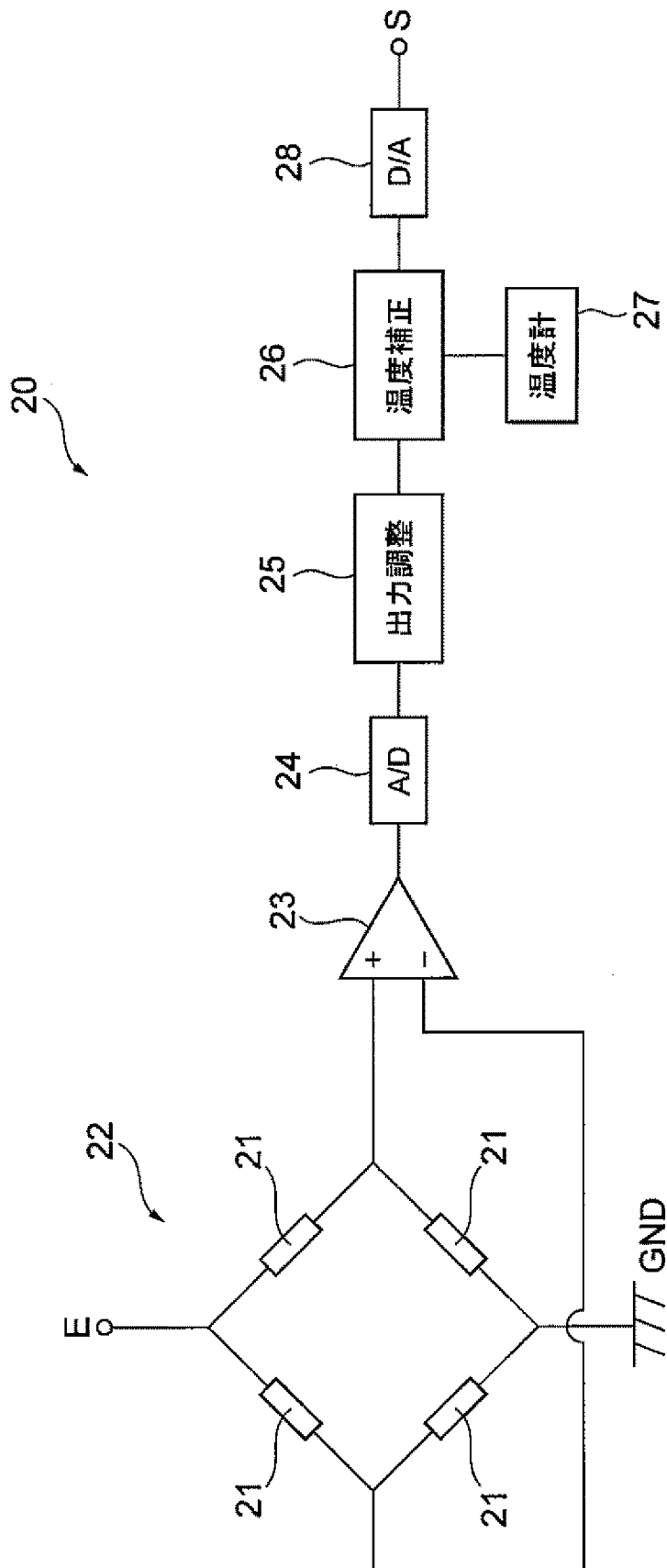
[図5]



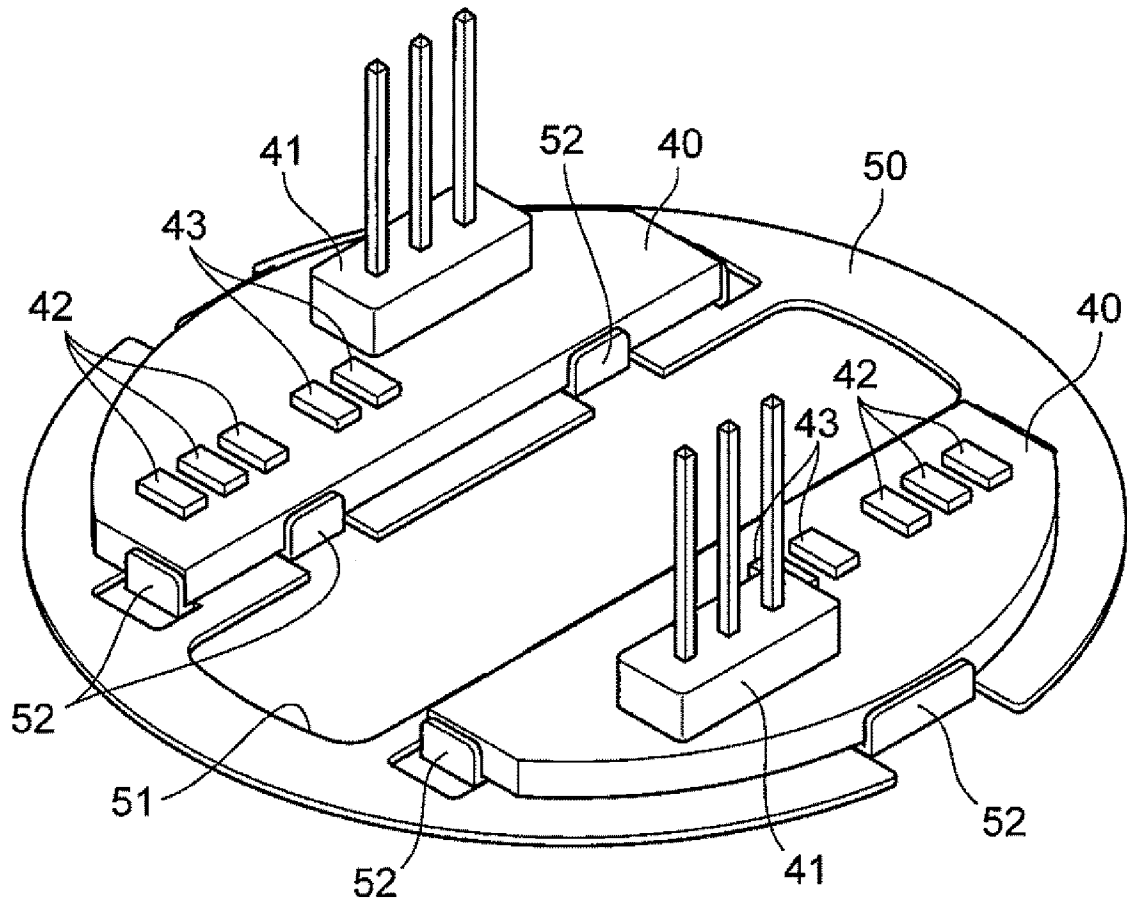
[図6]



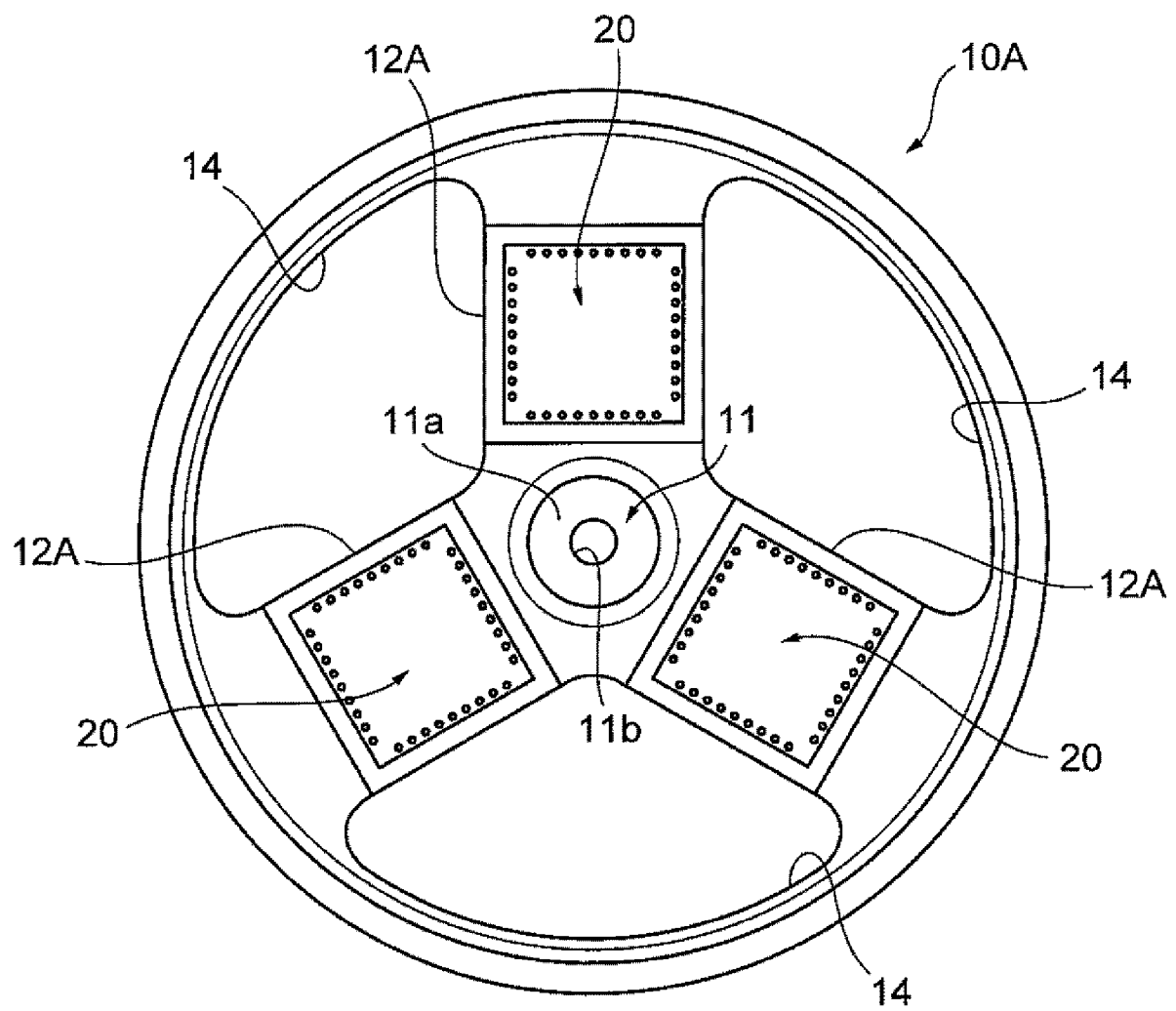
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017995

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-G01L1/26, G01L5/00-G01L5/28, 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.
Y	JP 2008-051625 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0003] to [0005], [0030] to [0039], [0048] to [0059]; fig. 1 to 4, 7 to 9 & US 2009/0320610 A1 paragraphs [0006] to [0010], [0073] to [0094], [0110] to [0133]; fig. 1 to 4, 7 to 9 & WO 2008/023846 A2 & EP 2038628 A2 & CN 101506636 A	1-8

☒ 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
16 August 2017 (16.08.17)

Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017995

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-114443 A (Hitachi, Ltd.), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraphs [0015] to [0020], [0029] to [0033], [0045]; fig. 1 to 2, 9 to 12, 35 & US 2006/0043508 A1 paragraphs [0058] to [0062], [0073] to [0077], [0091]; fig. 1 to 2, 9 to 12, 35 & US 2007/0205475 A1 & US 2008/0289432 A1	1-8
Y	US 2015/0187961 A1 (HYUNDAI MOTOR CO.), 02 July 2015 (02.07.2015), paragraphs [0017] to [0021]; fig. 1 & DE 102014220904 A1 & KR 10-2015-0076841 A	3-6
Y A	JP 2006-058211 A (Nitta Corp.), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0032] to [0033] (Family: none)	6 1-4
Y	JP 63-154927 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 28 June 1988 (28.06.1988), page 4, lower right column, line 8 to page 5, upper left column, line 13; page 6, upper left column, line 10 to lower right column, line 7 (Family: none)	8
A	JP 2003-050171 A (Nissho-Electric-Works Co., Ltd.), 21 February 2003 (21.02.2003), paragraphs [0027] to [0031], [0044] to [0052]; fig. 1 to 2, 5 to 6 (Family: none)	1-4
A	JP 6-100512 B2 (Rhesca Co., Ltd.), 12 December 1994 (12.12.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 5-6

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-G01L1/26, G01L5/00-G01L5/28, 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
Y	JP 2008-051625 A（本田技研工業株式会社） 2008.03.06, 段落 0003-0005, 0030-0039, 0048-0059, 図 1-4, 7-9 & US 2009/0320610 A1, Paragraphs 0006-0010, 0073-0094, 0110-0133, Figs. 1-4, 7-9 & WO 2008/023846 A2 & EP 2038628 A2 & CN 101506636 A	1-8

☒ 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

16.08.2017

国際調査報告の発送日

29.08.2017

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
Y	JP 2005-114443 A (株式会社日立製作所) 2005.04.28, 段落 0015-0020, 0029-0033, 0045, 図 1-2, 9-12, 35 & US 2006/0043508 A1, Paragraphs 0058-0062, 0073-0077, 0091, Figs. 1-2, 9-12, 35 & US 2007/0205475 A1 & US 2008/0289432 A1	1-8
Y	US 2015/0187961 A1 (HYUNDAI MOTOR COMPANY) 2015.07.02, Paragraphs 0017-0021, Fig. 1 & DE 102014220904 A1 & KR 10-2015-0076841 A	3-6
Y A	JP 2006-058211 A (ニッタ株式会社) 2006.03.02, 段落 0032-0033 (ファミリーなし)	6 1-4
Y	JP 63-154927 A (工業技術院長) 1988.06.28, 第 4 頁右下欄第 8 行-第 5 頁左上欄第 13 行, 第 6 頁左 上欄第 10 行-右下欄第 7 行 (ファミリーなし)	8
A	JP 2003-050171 A (日章電機株式会社) 2003.02.21, 段落 0027-0031, 0044-0052, 図 1-2, 5-6 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 6-100512 B2 (株式会社レスカ) 1994.12.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 5-6