

(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
2016年1月21日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/009510 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068924
- (22) 国際出願日: 2014年7月16日(16.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 金田 匡規 (KANEDA Masaki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 大坪 隆司 (OTSUBO Takashi); 〒6128063 京都府京都市伏見区東組町688番地1 大坪特許事務所 Kyoto (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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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.

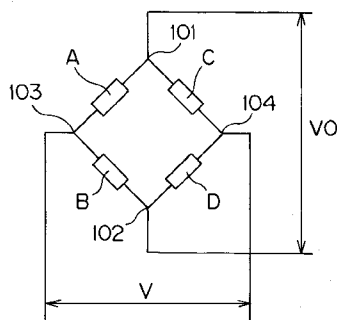
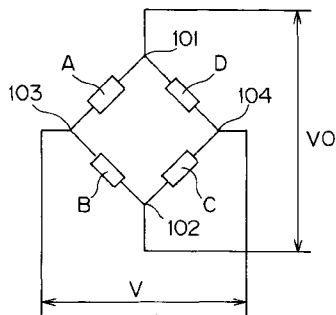
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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))

(54) Title: MATERIAL TESTER

(54) 発明の名称: 材料試験機



(57) Abstract: In a test force measurement state, strain gauge (A) is disposed between a first input terminal (101) and first output terminal (103), strain gauge (B) is disposed between the first output terminal (101) and a second input terminal (102), strain gauge (C) is disposed between the second input terminal (102) and a second output terminal (104), and strain gauge (D) is disposed between the second output terminal (104) and the first input terminal (101). In a bending measurement state, the connection relationships of strain gauge (C) and strain gauge (D) in a bridge circuit are switched through the action of a wiring switching mechanism.

(57) 要約: 試験力測定状態においては、第1入力端子101と第1出力端子103との間にはひずみゲージAが配設され、第1出力端子101と第2入力端子102との間にはひずみゲージBが配設され、第2入力端子102と第2出力端子104との間にはひずみゲージCが配設され、第2出力端子104と第1入力端子101との間にはひずみゲージDが配設される。曲げ測定状態においては、配線切替機構の作用により、ブリッジ回路におけるひずみゲージCとひずみゲージDの接続関係を切り替える。

明 細 書

発明の名称：材料試験機

技術分野

[0001] この発明は、ロードセルを使用した材料試験機に関する。

背景技術

[0002] 例えば、炭素繊維強化樹脂などのように脆性的な破壊挙動を示す材料から成る試験片に対して引張試験を行う場合に、引張試験時に試験片に対して引張方向と交差する方向に向かう力（曲げ方向の力）が付与された場合には、試験片に曲げモーメントを与えることになることから、試験結果に悪影響を与える。このため、従来においては、ダミーの試験片に対して曲げ方向の力を検出する方向にひずみゲージを取り付けた後、このダミーの試験片を上つかみ具と下つかみ具により把持し、このときのひずみゲージの出力を検出して曲げ方向の力が一定以下となるように、上つかみ具と下つかみ具の位置を調整していた。

[0003] また、下つかみ具を固定したXYステージを移動することで下つかみ具の位置を調整する駆動装置を設け、試験片に予め取り付けおいたひずみゲージにより測定した試験片のひずみ量に基づいてXYステージを移動させることにより、試験片の軸心と負荷軸方向のずれを補正するようにした材料試験機も提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8－29309号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述したように、ダミーの試験片を使用して上つかみ具の位置と下つかみ具の位置とを調整する場合には、試験開始前の前準備として位置合わせを行っているに過ぎず、実際に試験を行う試験片を把持した状態で調整を行って

いるわけではないことから、試験を行う試験片の装着時には試験片に対して曲げ方向の力が付与される可能性がある。

[0006] また、ひずみゲージを使用して曲げ方向の力を測定する場合には、ひずみゲージが消耗品として使用されることになり、ランニングコストが上昇する。これは、特許文献 1 に記載された材料試験機の場合も同様である。

[0007] この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、ダミーの試験片やひずみゲージを余分に使用することなく、試験片に曲げ方向の力が付与されているか否かを容易に認識することが可能な材料試験機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

[0008] 請求項 1 に記載の発明は、第 1、第 2 入力端子と、第 1、第 2 出力端子と、第 1 入力端子と第 1 出力端子との間に配設された第 1 抵抗部と、第 1 出力端子と第 2 入力端子との間に配設された第 2 抵抗部と、第 2 入力端子と第 2 出力端子との間に配設された第 3 抵抗部と、第 2 出力端子と第 1 入力端子との間に配設された第 4 抵抗部とを有するブリッジ回路に対して、第 1、第 2、第 3、第 4 抵抗部のうちの直接接続されない少なくとも二箇所の抵抗部を、弾性変形部に配設された一对のひずみゲージとしたロードセルを備えた材料試験機において、前記ブリッジ回路における前記第 3 抵抗部と前記第 4 抵抗部との配置を切り替える配線切替機構を備えたことを特徴とする。

[0009] 請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記配線切替機構は、第 1 抵抗部と第 4 抵抗部とが第 1 入力端子に接続され、第 2 抵抗部と第 3 抵抗部とが第 2 入力端子に接続された状態から、第 1 抵抗部と第 3 抵抗部とが第 1 入力端子に接続され、第 2 抵抗部と第 4 抵抗部とが第 2 入力端子に接続された状態に抵抗部の接続関係を切り替える。

[0010] 請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の発明において、前記第 1 抵抗部は、第 1 弾性変形部の表面に配設された第 1 ひずみゲージから構成され、前記第 2 抵抗部は、第 1 弾性変形部の裏面に配設された第 2 ひずみゲージから構成され、前記第 3 抵抗部は、第 2 弾性変形部の表面に配

設された第3ひずみゲージから構成され、前記第4抵抗部は、第2弾性変形部の表面に配設された第4ひずみゲージから構成される。

[0011] 請求項4に記載の発明は、ブリッジ回路を備えたロードセルを利用して試験力を測定する材料試験機において、第1弾性変形部の表面に配設された第1ひずみゲージと、前記第1弾性変形部の裏面に配設された第2ひずみゲージと、第2弾性変形部の表面に配設された第3ひずみゲージと、前記第2弾性変形部の裏面に配設された第4ひずみゲージと、前記第1ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第1入力端子とし、前記第2ひずみゲージと前記第3ひずみゲージとを接続して第2入力端子とし、これらの第1入力端子と第2入力端子の間にブリッジ電圧を付与する試験力測定状態と、前記第1ひずみゲージと前記第3ひずみゲージとを接続して第1入力端子とし、前記第2ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第2入力端子とし、これらの第1入力端子と第2入力端子の間にブリッジ電圧を付与する曲げ測定状態と、を切り替えるブリッジ電圧付与手段と、前記第1ひずみゲージと前記第2ひずみゲージとを接続して第1出力端子とし、前記第3ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第2出力端子とし、前記第1出力端子と前記第2出力端子との間の電圧を検出電圧として検出する電圧検出手段と、を備えたことを特徴とする。

[0012] 請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明において、第3弾性変形部の表面に配設された第5ひずみゲージと、前記第3弾性変形部の裏面に配設された第6ひずみゲージと、第4弾性変形部の表面に配設された第7ひずみゲージと、前記第4弾性変形部の裏面に配設された第8ひずみゲージと、をさらに備え、前記第1、第2、第3、第4ひずみゲージは第1の方向を向くひずみを検出するとともに、前記第5、第6、第7、第8ひずみゲージは前記第1の方向と直交する第2の方向を向くひずみを検出し、前記第1、第2、第3、第4弾性変形部のいずれかの表面に配設されたひずみゲージのうちの互いに直交する方向を向くひずみを検出するひずみゲージを互いに直列に接続するとともに、前記第1、第2、第3、第4弾性変形部のいずれかの

裏面に配設されたひずみゲージのうちの互いに直交する方向を向くひずみを検出するひずみゲージを互いに直列に接続する。

発明の効果

[0013] 請求項 1 から請求項 5 に記載の発明によれば、材料試験機に、本来、配設されているロードセルを利用し、このロードセルにおけるブリッジ回路の接続関係を変更するだけで、ダミーの試験片やひずみゲージを余分に使用することなく、試験片に曲げ方向の力が付与されているか否かを容易に認識することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]この発明に係る材料試験機の概要図である。

[図2]この発明に係る材料試験機により引張試験が実行される試験片 10 の斜視図である。

[図3]軸心調整部 13 の概要図である。

[図4]軸心調整部 13 における角度調整用カラ一部材 134 付近の平面概要図である。

[図5]軸心調整部 13 における位置調整用カラ一部材 135 付近の平面概要図である。

[図6]ロードセル 14 の平面概要図である。

[図7]ロードセル 14 の縦断面図である。

[図8]ロードセル 14 の変形を示す説明図である。

[図9]ロードセル 14 の変形を示す説明図である。

[図10]ロードセル 14 の変形を示す説明図である。

[図11]ひずみゲージ C およびひずみゲージ D の配置を、試験力測定状態と傾き検出状態で切り替える様子を示す説明図である。

[図12]ブリッジ回路の配線を示す概要図である。

[図13]配線切替機構の概要図である。

[図14]第 2 実施形態に係るロードセル 14 の平面概要図である。

[図15]ロードセル 14 の縦断面図である。

[図16]ロードセル 14 の縦断面図である。

[図17]ブリッジ回路の配線を示す概要図である。

[図18]ブリッジ回路の配線を示す概要図である。

[図19]ブリッジ回路の配線を示す概要図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、この発明に係る材料試験機の概要図である。

[0016] この材料試験機は、試験片10に対して引張試験を実行するためのものであり、基台11と、この基台11上に立設された左右一對のねじ棹12と、左右一對のねじ棹12と螺合するナット部を備え、ねじ棹12に対して昇降するクロスヘッド15とを備える。クロスヘッド15には、上つかみ具21が、軸心調整機構13およびロードセル14を介して配設されている。また、基台11には下つかみ具22が固定されている。試験片10は、その両端をこれらの上つかみ具21および下つかみ具22により把持される。

[0017] 一對のねじ棹12の下端部には、各々、同期ベルト16と係合する同期プーリー17が配設されている。また、この同期ベルト16は、モータ19の駆動により回転する同期プーリー18とも係合している。このため、一對のねじ棹12は、モータ19の駆動により同期して回転する。そして、一對のねじ棹12が同期して回転することにより、クロスヘッド15は、一對のねじ棹12の軸心方向に昇降する。

[0018] 試験片10に負荷される試験力は、ロードセル14により検出される。また、試験片10の上下の標点間の変位量は、接触方式または非接触方式の変位計23により検出される。ロードセル14および変位計23からの信号は図示しない制御回路に入力される。この制御回路は、ロードセル14および変位計23からの信号に基づいて、モータ19の駆動制御信号を作成する。これにより、モータ19の回転が制御され、引張試験等の各種材料試験が実行される。

[0019] 図2は、この発明に係る材料試験機により引張試験が実行される試験片1

0の斜視図である。この試験片10は、薄板状の炭素繊維強化樹脂であり、引張試験時に、曲げ方向の力のうち、特に、X方向に対して曲げ方向の力が付与された場合に、試験結果に大きな影響が生ずることになる。

[0020] 図3は、軸心調整部13の概要図である。

[0021] この軸心調整部13は、クロスヘッド15とロードセル14との間に介在されるものであり、クロスヘッド15とロードセル14とを連結する連結軸131と、この連結軸131の中央部に固定された杵部材139と、杵部材139の内部で連結軸131の外周部に配設され、クロスヘッド15に固定された角度調整用カラー部材134と、杵部材139の内部で連結軸131の外周部に配設され、上つかみ具21に固定された位置調整用カラー部材135とを備える。

[0022] 連結軸131は、角度調整用カラー部材134、杵部材139および位置調整用カラー部材135を貫通するとともに、連結軸131の上端部は取付板132と螺合しており、連結軸131の下端部はロードセル14と螺合している。また、取付板132は、一对のジャッキボルト133を介してクロスヘッド15と連結されている。このため、一对のジャッキボルト133を利用して取付板132をクロスヘッド15に対して上方に移動させることにより、ロードセル14を所定の力でクロスヘッド15に対して締結することができる。

[0023] 杵部材139は、連結軸131に螺合して固定された支持部137と、連結軸131の周囲を囲う矩形状の杵部136とから構成される。支持部137の上面には、半球状の凸部138が形成されており、角度調整用カラー部材134の下面にはこの凸部138と対応する形状を有する半球状の凹部が形成されている。また、支持部137の下面は平面状となっており、平面状の位置調整用カラー部材135の上面と当接している。

[0024] 図4は、軸心調整部13における角度調整用カラー部材134付近の平面概要図である。

[0025] この角度調整用カラー部材134は、平面視において矩形状の形状を有し

、その外周面は、枠部材 139 における枠部 136 と螺合する 4 本のネジ 141、142、143、144 の先端部と当接している。このため、4 本のネジ 141、142、143、144 を調整することにより、枠部材 139 を連結軸 131 とともに傾斜させてロードセル 14 の角度を調整することが可能となる。すなわち、4 本のネジ 141、142、143、144 のうち、互いに対向する 2 本のネジの一方を緩め一方を締めた状態で、枠部材 139 の半球状の凸部 138 を角度調整用カラー部材 134 の半球状の凹部に沿って移動させることにより、枠部材 139 を連結軸 131 とともに傾斜させることが可能となる。そして、この連結軸 131 の傾斜に伴って、ロードセル 14 が傾斜する。

[0026] 図 5 は、軸心調整部 13 における位置調整用カラー部材 135 付近の平面概要図である。

[0027] この位置調整用カラー部材 135 は、平面視において矩形状の形状を有し、その外周面は、枠部材 139 における枠部 136 と螺合する 4 本のネジ 151、152、153、154 の先端部と当接している。このため、4 本のネジ 151、152、153、154 を調整することにより、枠部材 139 を連結軸 131 とともに移動させてロードセル 14 の位置を調整することが可能となる。すなわち、4 本のネジ 151、152、153、154 のうち、互いに対向する 2 本のネジの一方を緩め一方を締めた状態で、枠部材 139 を位置調整用カラー部材 135 の上面に沿って移動させることにより、枠部材 139 を連結軸 131 とともに位置調整用カラー部材 135 に対して相対的に移動させることが可能となる。そして、この連結軸 131 の相対的な移動に伴って、ロードセル 14 が X、Y 方向に移動する。

[0028] 図 6 は、ロードセル 14 の平面概要図であり、図 7 は、ロードセル 14 の縦断面図である。

[0029] これらの図に示すように、ロードセル 14 は、軸心調整部 13 側に連結される外円筒部 31 と上つかみ具 21 側に連結される内円筒部 32 とを、4 個の弾性変形部 33、34、35、36 により連結した構成を有する。外円筒

部 3 1 と内円筒部 3 2 とは、剛性を有する部材から構成されている。一方、4 個の弾性変形部 3 3、3 4、3 5、3 6 は、変位発生部として機能するものであり、外円筒部 3 1 および内円筒部 3 2 と比較して、弾性変形し易い部材から構成されている。なお、図 7 は、図 6 に示すロードセル 1 4 の弾性変形部 3 4、3 6 を含む面の縦断面図となっている。

[0030] 弾性変形部 3 6 の表面にはひずみゲージ A が配設されており、裏面にはひずみゲージ B が配設されている。また、弾性変形部 3 4 の表面にはひずみゲージ C が配設されており、裏面にはひずみゲージ D が配設されている。これらのひずみゲージ A、B、C、D は、弾性変形部 3 4、3 6 に対して、外円筒部 3 1 の内周面と内円筒部 3 2 の外周面との距離の変化に基づく弾性変形部 3 4、3 6 の伸びおよび縮みを検出可能な方向に配設されている。

[0031] 図 8 から図 1 0 は、ロードセル 1 4 の変形を示す説明図である。

[0032] 試験片 1 0 に対して引張力が付与されておらず、ロードセル 1 4 に対して力が付与されていない場合には、図 8 に示すように、ロードセル 1 4 における 4 個の弾性変形部 3 3、3 4、3 5、3 6 は変形していない。

[0033] 図 9 において矢印で示すように、試験片 1 0 に引張力が付与され、ロードセル 1 4 に対して試験力方向の力が付与された場合には、内円筒部 3 2 が外円筒部 3 1 に対して下降することになる。これにより、ひずみゲージ A が配設された弾性変形部 3 6 の表面には伸びが、ひずみゲージ B が配設された弾性変形部 3 6 の裏面には縮みが生ずることになる。また、ひずみゲージ C が配設された弾性変形部 3 4 の表面には伸びが、ひずみゲージ D が配設された弾性変形部 3 4 の裏面には縮みが生ずることになる。

[0034] 一方、図 1 0 において矢印で示すように、試験片 1 0 に曲げ方向の力が付与され、これによりロードセル 1 4 に曲げ方向の力が付与された場合には、内円筒部 3 2 の軸心が外円筒部 3 1 に対して傾斜することになる。これにより、ひずみゲージ A が配設された弾性変形部 3 6 の表面には伸びが、ひずみゲージ B が配設された弾性変形部 3 6 の裏面には縮みが生ずることになる。また、ひずみゲージ C が配設された弾性変形部 3 4 の表面には縮みが、ひず

みゲージDが配設された弾性変形部34の裏面には伸びが生ずることになる。
。

[0035] このため、この発明に係る材料試験機においては、このひずみゲージC、Dの伸びと縮みが入れ替わることを利用して、試験片10に曲げ方向の力が付与されているか否かを認識する構成を採用している。

[0036] 図11は、上述したひずみゲージA、B、C、Dにより構成されたブリッジ回路におけるひずみゲージCおよびひずみゲージDの配置を、試験力測定状態と傾き検出状態で切り替える様子を示す説明図である。

[0037] このブリッジ回路は、第1入力端子101と、第2入力端子102と、第1出力端子103と、第2出力端子104とを備える。そして、第1入力端子101と第2入力端子102に対してブリッジ電圧V0が付与されることにより、第1出力端子103と第2出力端子104との間に出力電圧Vが生ずる構成となっている。

[0038] このブリッジ回路においては、引張試験時の試験力を測定する試験力測定状態においては、図11において矢印の上部に示すように、第1入力端子101と第1出力端子103との間には、ひずみゲージAが、第1抵抗部として配設されている。第1出力端子101と第2入力端子102との間には、ひずみゲージBが、第2抵抗部として配設されている。第2入力端子102と第2出力端子104との間には、ひずみゲージCが、第3抵抗部として配設されている。第2出力端子104と第1入力端子101との間には、ひずみゲージDが、第4抵抗部として配設されている。

[0039] この状態において、図9において矢印で示すように、試験片10に引張力が付与された場合には、ひずみゲージAが配設された弾性変形部36の表面に伸びが生ずることによりひずみゲージAの抵抗値が増加し、ひずみゲージBが配設された弾性変形部36の裏面に縮みが生ずることからひずみゲージBの抵抗値が減少し、ひずみゲージCが配設された弾性変形部34の表面に伸びが生ずることからひずみゲージCの抵抗値が増加し、ひずみゲージDが配設された弾性変形部34の裏面に縮みが生ずることからひずみゲージDの

抵抗値が減少する。これにより、出力電圧 V に変化が生じ、出力電圧 V を測定することにより、試験片 10 に付与された試験力を検出することが可能となる。

[0040] 一方、このブリッジ回路においては、試験片 10 に生ずる曲げ方向の力を測定する曲げ測定状態においては、後述する配線切替機構の作用により、図 11 において矢印の下部に示すように、第 1 入力端子 101 と第 1 出力端子 103 との間には、ひずみゲージ A が、第 1 抵抗部として配設される。第 1 出力端子 101 と第 2 入力端子 102 との間には、ひずみゲージ B が、第 2 抵抗部として配設される。第 2 入力端子 102 と第 2 出力端子 104 との間には、ひずみゲージ D が、第 3 抵抗部として配設される。第 2 出力端子 104 と第 1 入力端子 101 との間には、ひずみゲージ C が、第 4 抵抗部として配設される。

[0041] この状態において、図 10 において矢印で示すように、試験片 10 に曲げ方向の力が付与された場合には、ひずみゲージ A が配設された弾性変形部 36 の表面に伸びが生ずることによりひずみゲージ A の抵抗値が増加し、ひずみゲージ B が配設された弾性変形部 36 の裏面に縮みが生ずることからひずみゲージ B の抵抗値が減少し、ひずみゲージ C が配設された弾性変形部 34 の表面に縮みが生ずることからひずみゲージ C の抵抗値が減少し、ひずみゲージ D が配設された弾性変形部 34 の裏面に伸びが生ずることからひずみゲージ D の抵抗値が増加する。これにより、出力電圧 V に変化が生じ、出力電圧 V を測定することにより、試験片 10 に付与された曲げ方向の力を検出することが可能となる。

[0042] 図 12 は、上述した配線の切替を実行するためのブリッジ回路の配線を示す概要図であり、図 13 は、上述した配線切替機構の概要図である。

[0043] 図 12 に示すように、ひずみゲージ A の一端は端子 P1 に接続されており、他端は端子 P6 に接続されている。また、ひずみゲージ B の一端は端子 P5 に接続されており、他端は端子 P6 に接続されている。また、ひずみゲージ C の一端は端子 P3 に接続されており、他端は端子 P4 に接続されている。

。さらに、ひずみゲージDの一端は端子P 2に接続されており、他端は端子P 3に接続されている。

[0044] 図1 3に示すように、配線切替機構は、端子P 4を、端子P 1と端子P 5とに選択的に接続する切替スイッチ5 1と、端子P 2を、端子P 1と端子P 5とに選択的に接続する切替スイッチ5 2とを備える。また、端子P 1と端子P 5との間には、上述したブリッジ電圧V 0が付与される。また、端子P 3と端子P 6の間の電圧は、上述した出力電圧Vとして検出される。切替スイッチ5 1と切替スイッチ5 2は手動の連動スイッチでもよいし、リレーなどの接点でもよく、さらには電子的なスイッチで切り替えるようにしてもよい。

[0045] 切替スイッチ5 1と切替スイッチ5 2とは、互いに同期して切替動作を行う。すなわち、切替スイッチ5 1、5 2は、端子P 4が端子P 5に接続されたときには、図1 3において実線で示すように、端子P 2を端子P 1に接続する。この状態においては、このブリッジ回路は、図1 1において矢印の上部に示す接続状態となる。また、切替スイッチ5 1、5 2は、端子P 4が端子P 1に接続されたときには、図1 3において破線で示すように、端子P 2を端子P 5に接続する。この状態においては、このブリッジ回路は、図1 1において矢印の下部に示す接続状態となる。

[0046] 次に、上述したロードセルを備えた材料試験機により試験片1 0の引張試験を実行するときの動作について説明する。

[0047] 引張試験を実行するときには、試験片1 0の両端を上つかみ具2 1と下つかみ具2 2により把持する。この状態において、図1 3に示す切替スイッチ5 1、5 2を、図1 3において破線で示す端子P 4と端子P 1とが接続され、端子P 2と端子P 5とが接続された状態とする。この状態においては、ブリッジ回路は、図1 1において矢印の下部に示す状態となる。このときには、出力電圧Vを測定することにより、試験片1 0に付与された曲げ方向の力を検出することが可能となる。そして、出力電圧Vの大きさ（絶対値）が設定値以下となるように、図3から図5に示す軸心調整部1 3により、ロード

セル 14 を X、Y 方向に移動させ、あるいは、傾斜させることにより、試験片 10 に付与される曲げ方向の力を設定値以下とする。

[0048] 試験片 10 に付与される曲げ方向の力が設定値以下となれば、引き続き、引張試験を開始する。このときには、図 13 に示す切替スイッチ 51、52 を、図 13 において実線で示す端子 P4 と端子 P5 とが接続され、端子 P2 と端子 P1 とが接続された状態とする。この状態においては、ブリッジ回路は、図 11 において矢印の上部に示す状態となる。出力電圧 V を測定することにより、試験片 10 に付与された引張試験力を検出することが可能となる。

[0049] なお、上述した実施形態においては、弾性変形部 36 にひずみゲージ A、B を配設し、弾性変形部 34 にひずみゲージ C、D を配設している。このため、試験片 10 に対する曲げ方向の力が弾性変形部 34 と弾性変形部 36 とを含む平面と平行な方向で発生したときに、ロードセル 14 によりこの力を検出する感度が最大となり、試験片 10 に対する曲げ方向の力が弾性変形部 33 と弾性変形部 35 とを含む平面と平行な方向で発生したときに、ロードセル 14 によりこの力を検出する感度が最小となる。すなわち、試験片 10 に対する曲げ方向の力が、弾性変形部 33 と弾性変形部 35 とを含む平面と完全に平行となった場合には、ロードセル 14 によりこの曲げ方向の力を検出できないことになる。

[0050] しかしながら、上述したように、薄板状の炭素繊維強化樹脂から成る薄板状の試験片 10 は、曲げ方向の力のうち、特に、X 方向に対して曲げ方向の力が付与された場合に試験結果に大きな影響が生ずることから、図 2 に示す X 方向を弾性変形部 34 と弾性変形部 36 とを含む平面と平行な方向とする（試験片 10 における主平面を弾性変形部 33 と弾性変形部 35 とを含む平面と平行な方向とする）ことにより、引張試験の試験結果に悪影響を与えることを防止することが可能となる。曲げ方向の力が弾性変形部 33 と弾性変形部 35 とを含む平面と完全に平行となる方向で発生した場合においては、試験結果への悪影響は小さい。

[0051] また、上述した実施形態においては、弾性変形部 3 6 にひずみゲージ A、B を配設し、弾性変形部 3 4 にひずみゲージ C、D を配設している。しかしながら、表側のひずみゲージ A、C のみを利用し、ブリッジ回路における裏側のひずみゲージ B、D を単なる抵抗としてもよい。同様に、裏側のひずみゲージ B、D のみを利用し、ブリッジ回路における表側のひずみゲージ A、C を単なる抵抗としてもよい。要するに、引張力を検出する通常のブリッジ回路において直接接続されない（隣同士に配置されない）少なくとも二つの抵抗部分がひずみゲージであればよい。

[0052] 次に、この発明の他の実施形態について説明する。図 1 4 は、第 2 実施形態に係るロードセル 1 4 の平面概要図であり、図 1 5 および図 1 6 は、ロードセル 1 4 の縦断面図である。ここで、図 1 5 は、弾性変形部 3 4、3 6 を含む面の縦断面図であり、図 1 6 は、弾性変形部 3 3、3 5 を含む面の縦断面図である。なお、図 6 および図 7 に示す実施形態と同様の部材については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0053] この第 2 実施形態に係るロードセル 1 4 においては、弾性変形部 3 6 の表面にはひずみゲージ E が配設されており、裏面にはひずみゲージ F が配設されている。また、弾性変形部 3 4 の表面にはひずみゲージ G が配設されており、裏面にはひずみゲージ H が配設されている。また、弾性変形部 3 3 の表面にはひずみゲージ I が配設されており、裏面にはひずみゲージ J が配設されている。さらに、弾性変形部 3 5 の表面にはひずみゲージ K が配設されており、裏面にはひずみゲージ L が配設されている。これらのひずみゲージ E、F、G、H、I、J、K、L は、弾性変形部 3 4、3 6 に対して、外円筒部 3 1 の内周面と内円筒部 3 2 の外周面との距離の変化に基づく弾性変形部 3 4、3 6 の伸びおよび縮みを検出可能な方向に配設されている。

[0054] 図 1 7 は、配線の切替を実行するためのブリッジ回路の配線を示す概要図である。このブリッジ回路は、図 1 3 に示す配線切替機構と接続されている。なお、上述した図 1 2 と同様の部材については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0055] このロードセル 14 においては、試験片 10 に引張力が付与され、ロードセル 14 に対して試験力方向の力が付与された場合には、内円筒部 32 が外円筒部 31 に対して下降することになる。これにより、ひずみゲージ E が配設された弾性変形部 36 の表面、ひずみゲージ G が配設された弾性変形部 34 の表面、ひずみゲージ I が配設された弾性変形部 33 の表面およびひずみゲージ K が配設された弾性変形部 35 の表面には伸びが生じ、ひずみゲージ F が配設された弾性変形部 36 の裏面、ひずみゲージ H が配設された弾性変形部 34 の裏面、ひずみゲージ J が配設された弾性変形部 33 の裏面およびひずみゲージ L が配設された弾性変形部 35 の裏面には縮みが生じることになる。

[0056] 一方、試験片 10 に曲げ方向の力が付与され、これによりロードセル 14 に曲げ方向の力が付与された場合には、内円筒部 32 の軸心が外円筒部 31 に対して傾斜することになる。これにより、表面側のひずみゲージ E、G、I、K の一部には伸びが生じ、一部には縮みが生ずる。同様に、裏面側のひずみゲージ F、H、J、L の一部には伸びが生じ、一部には縮みが生ずる。

[0057] このため、この実施形態に係るロードセル 14 においては、互いに直列に配設されたひずみゲージ H、J と、互いに直列に配設されたひずみゲージ G、K との配置を切り替えることにより、試験片 10 に付与される引張試験力とともに、試験片 10 に曲げ方向の力が付与されているか否かを認識する構成を採用している。

[0058] また、この第 2 実施形態に係るロードセル 14 においては、弾性変形部 34 と弾性変形部 36 とを含む平面と平行な方向(第 1 の方向)を向くひずみを検出するひずみゲージ E、F、G、H と、弾性変形部 33 と弾性変形部 35 とを含む平面と平行な方向(第 1 の方向と直交する第 2 の方向)を向くひずみを検出するひずみゲージ I、J、K、L とを配設していることから、試験片 10 に曲げ方向の力がいかなる方向に生じた場合であってもロードセル 14 によりこれを検出することが可能となる。

[0059] なお、ブリッジ回路中のひずみゲージ E、F、G、H、I、J、K、L の

配置は、図 1 7 に示す配置だけではなく、図 1 8 および図 1 9 に示す配置としてもよい。このような配置とした場合においても、図 1 7 に示す実施形態同様、試験力と曲げ方向の力の両方を検出することが可能となる。

符号の説明

[0060]	1 0	試験片
	1 1	基台
	1 2	ねじ棹
	1 3	軸心調整機構
	1 4	ロードセル
	1 5	クロスヘッド
	2 1	上つかみ具
	2 2	下つかみ具
	2 3	変位計
	3 1	外円筒部
	3 2	内円筒部
	3 3	弾性変形部
	3 4	弾性変形部
	3 5	弾性変形部
	3 6	弾性変形部
	5 1	切替スイッチ
	5 2	切替スイッチ
	1 0 1	第 1 入力端子
	1 0 2	第 2 入力端子
	1 0 3	第 3 入力端子
	1 0 4	第 4 入力端子
	A ~ L	ひずみゲージ
	V	出力電圧
	V 0	ブリッジ電圧

請求の範囲

- [請求項1] 第1、第2入力端子と、第1、第2出力端子と、第1入力端子と第1出力端子との間に配設された第1抵抗部と、第1出力端子と第2入力端子との間に配設された第2抵抗部と、第2入力端子と第2出力端子との間に配設された第3抵抗部と、第2出力端子と第1入力端子との間に配設された第4抵抗部とを有するブリッジ回路に対して、第1、第2、第3、第4抵抗部のうちの直接接続されない少なくとも二箇所の抵抗部を、弾性変形部に配設された一对のひずみゲージとしたロードセルを備えた材料試験機において、
- 前記ブリッジ回路における前記第3抵抗部と前記第4抵抗部との配置を切り替える配線切替機構を備えたことを特徴とする材料試験機。
- [請求項2] 請求項1に記載の材料試験機において、
- 前記配線切替機構は、第1抵抗部と第4抵抗部とが第1入力端子に接続され、第2抵抗部と第3抵抗部とが第2入力端子に接続された状態から、
- 第1抵抗部と第3抵抗部とが第1入力端子に接続され、第2抵抗部と第4抵抗部とが第2入力端子に接続された状態に抵抗部の接続関係を切り替える材料試験機。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の材料試験機において、
- 前記第1抵抗部は、第1弾性変形部の表面に配設された第1ひずみゲージから構成され、
- 前記第2抵抗部は、第1弾性変形部の裏面に配設された第2ひずみゲージから構成され、
- 前記第3抵抗部は、第2弾性変形部の表面に配設された第3ひずみゲージから構成され、
- 前記第4抵抗部は、第2弾性変形部の表面に配設された第4ひずみゲージから構成される材料試験機。
- [請求項4] ブリッジ回路を備えたロードセルを利用して試験力を測定する材料

試験機において、

第1弾性変形部の表面に配設された第1ひずみゲージと、

前記第1弾性変形部の裏面に配設された第2ひずみゲージと、

第2弾性変形部の表面に配設された第3ひずみゲージと、

前記第2弾性変形部の裏面に配設された第4ひずみゲージと、

前記第1ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第1入力端子とし、前記第2ひずみゲージと前記第3ひずみゲージとを接続して第2入力端子とし、これらの第1入力端子と第2入力端子の間にブリッジ電圧を付与する試験力測定状態と、前記第1ひずみゲージと前記第3ひずみゲージとを接続して第1入力端子とし、前記第2ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第2入力端子とし、これらの第1入力端子と第2入力端子の間にブリッジ電圧を付与する曲げ測定状態と、を切り替えるブリッジ電圧付与手段と、

前記第1ひずみゲージと前記第2ひずみゲージとを接続して第1出力端子とし、前記第3ひずみゲージと前記第4ひずみゲージとを接続して第2出力端子とし、前記第1出力端子と前記第2出力端子との間の電圧を検出電圧として検出する電圧検出手段と、

を備えたことを特徴とする材料試験機。

[請求項5]

請求項4に記載の材料試験機において、

第3弾性変形部の表面に配設された第5ひずみゲージと、

前記第3弾性変形部の裏面に配設された第6ひずみゲージと、

第4弾性変形部の表面に配設された第7ひずみゲージと、

前記第4弾性変形部の裏面に配設された第8ひずみゲージと、

をさらに備え、

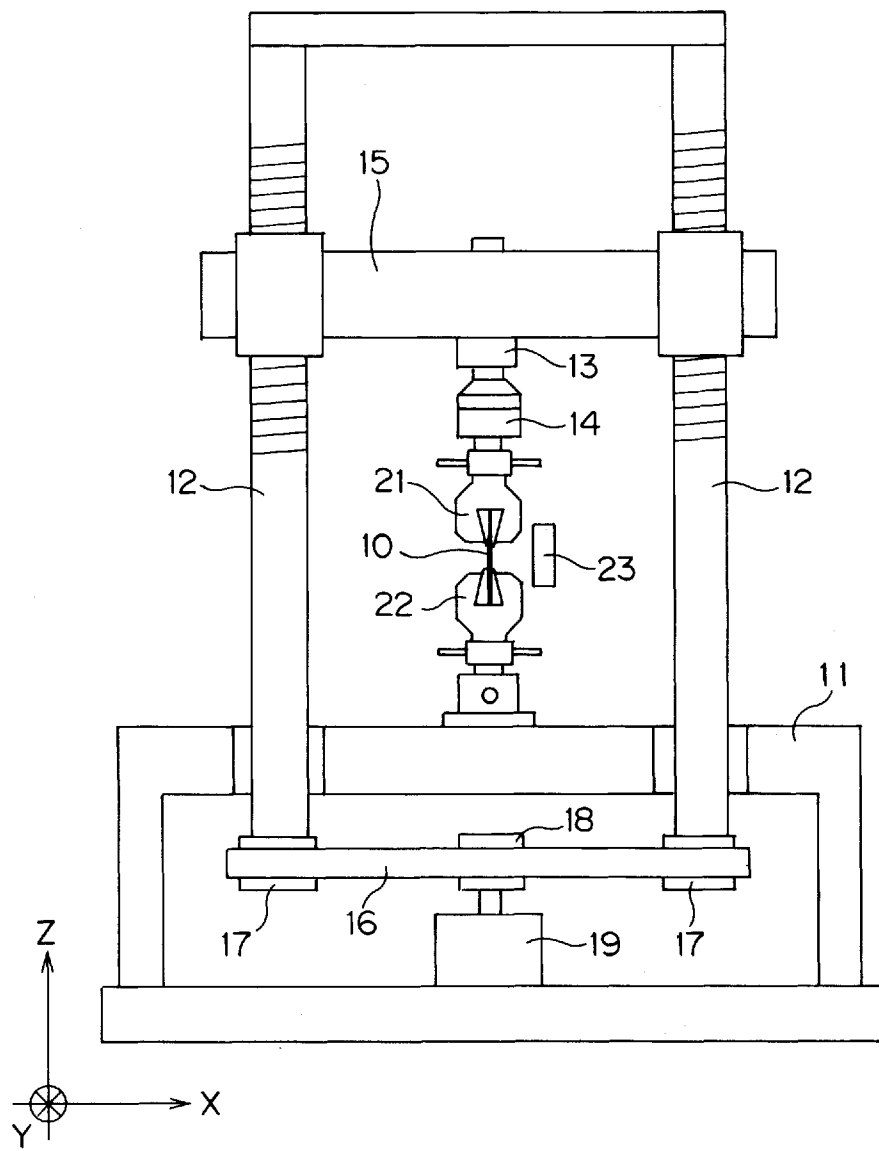
前記第1、第2、第3、第4ひずみゲージは第1の方向を向くひずみを検出するとともに、前記第5、第6、第7、第8ひずみゲージは前記第1の方向と直交する第2の方向を向くひずみを検出し、

前記第1、第2、第3、第4弾性変形部のいずれかの表面に配設さ

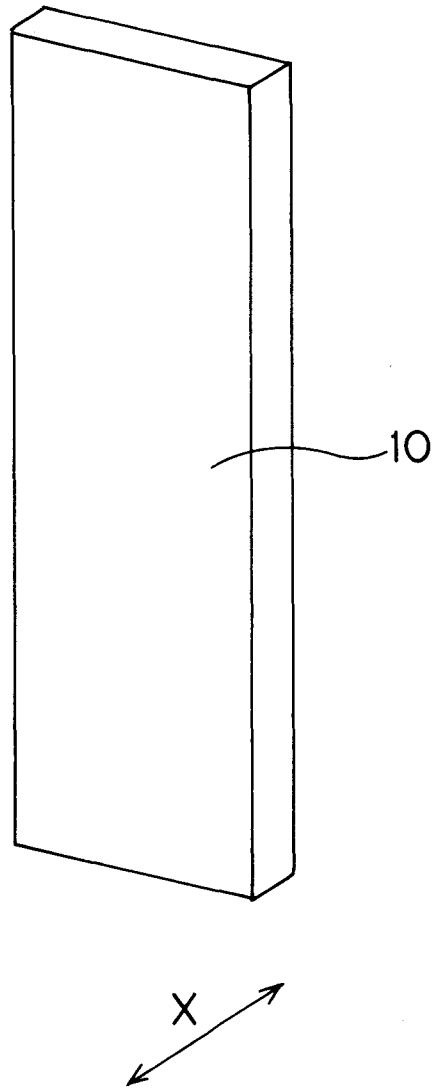
れたひずみゲージのうちの互いに直交する方向を向くひずみを検出するひずみゲージを互いに直列に接続するとともに、

前記第1、第2、第3、第4弾性変形部のいずれかの裏面に配設されたひずみゲージのうちの互いに直交する方向を向くひずみを検出するひずみゲージを互いに直列に接続する材料試験機。

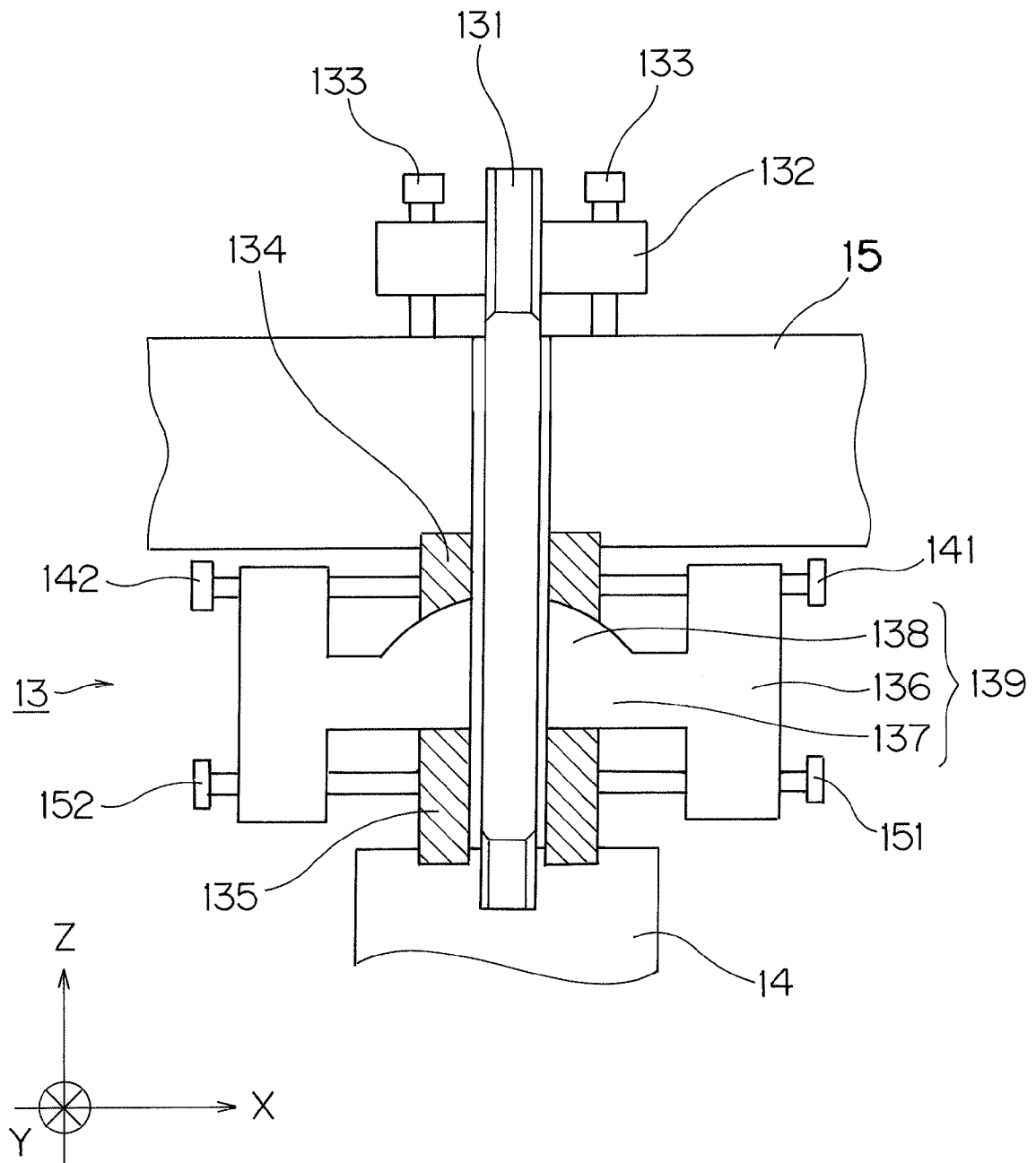
[図1]



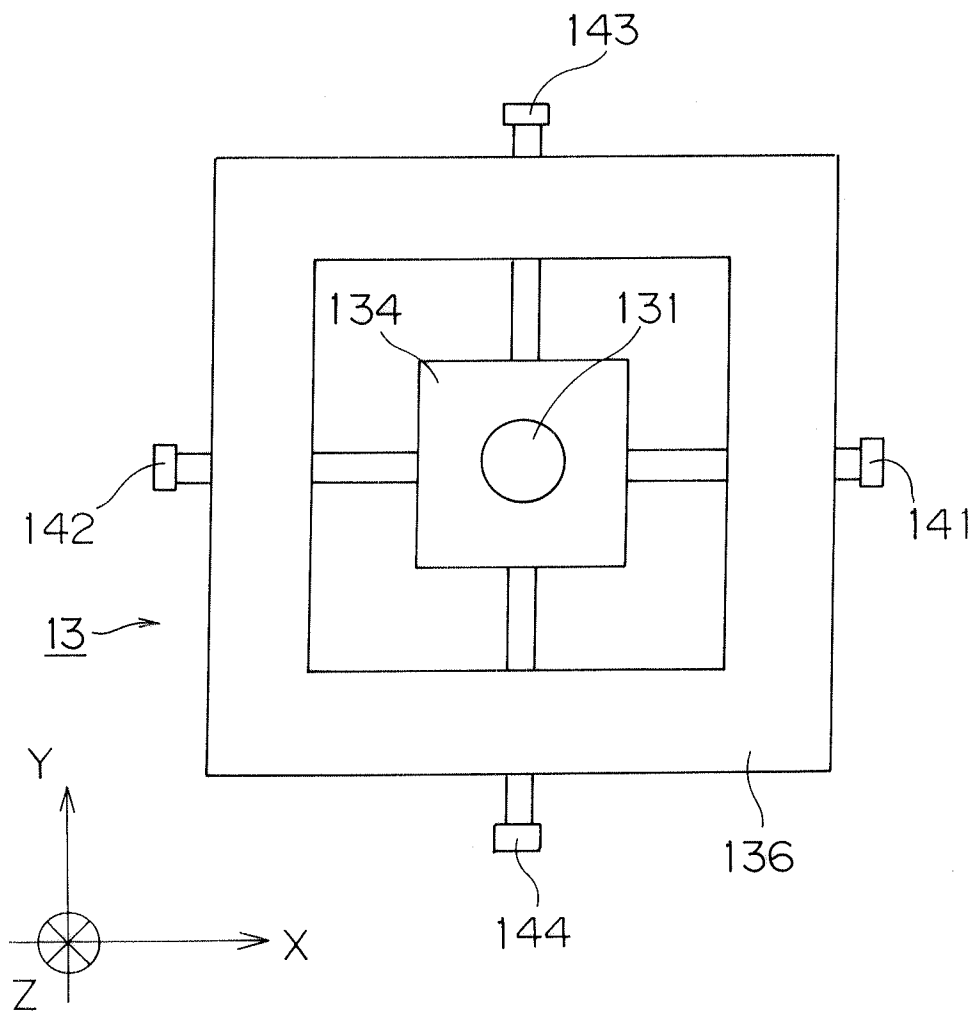
[図2]



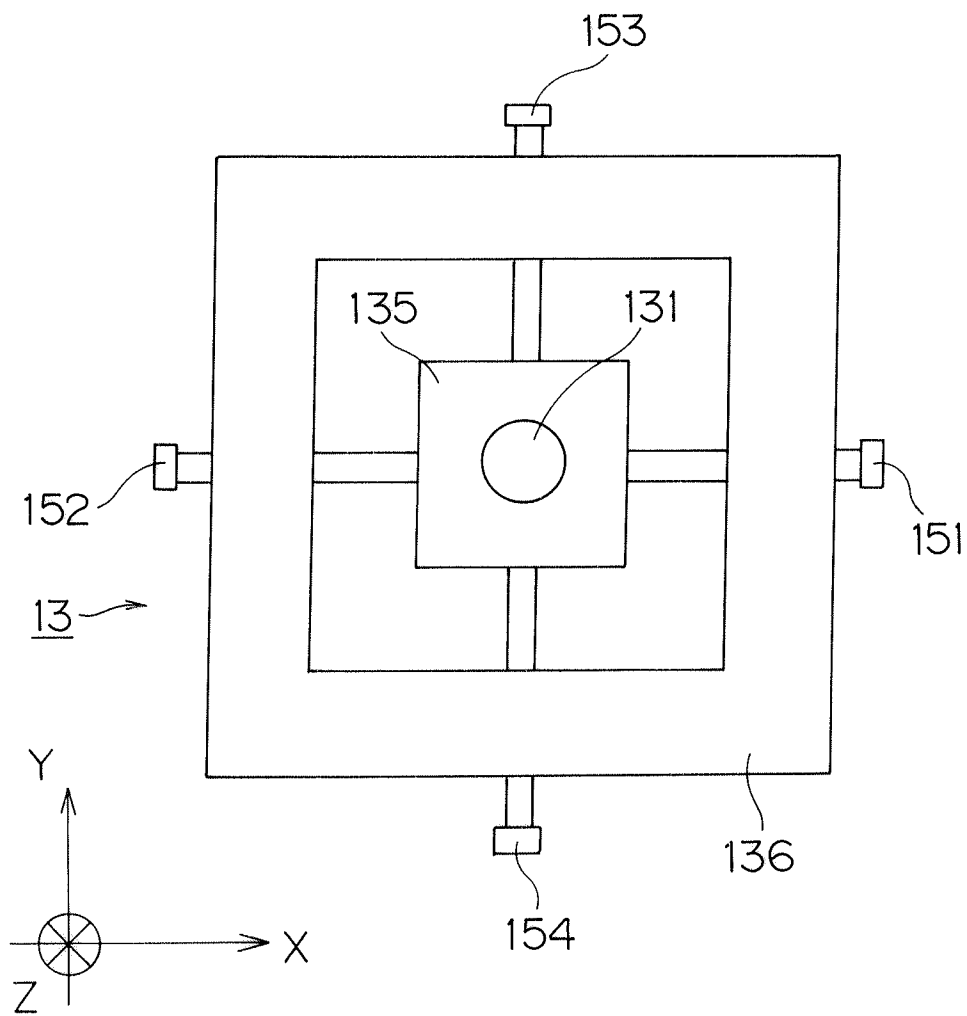
[図3]



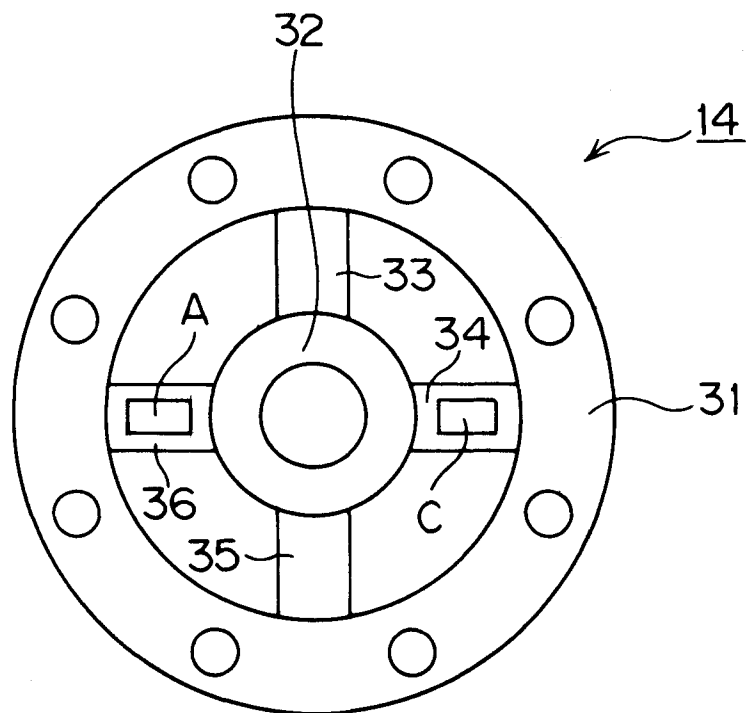
[図4]



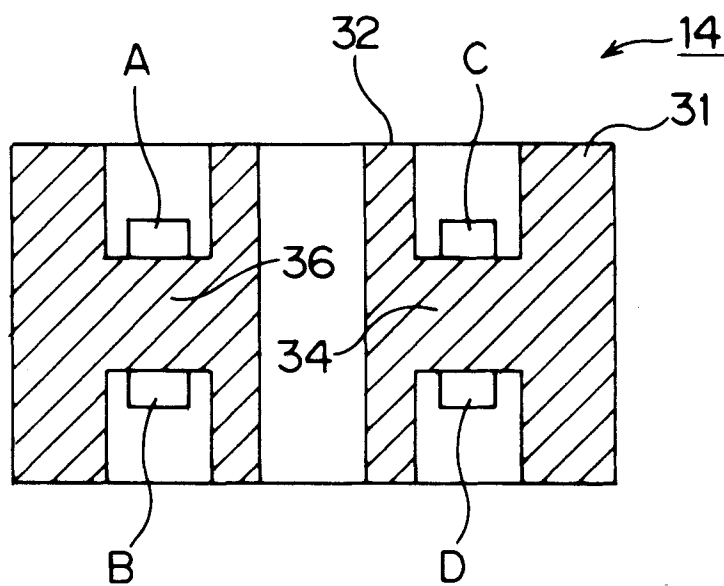
[図5]



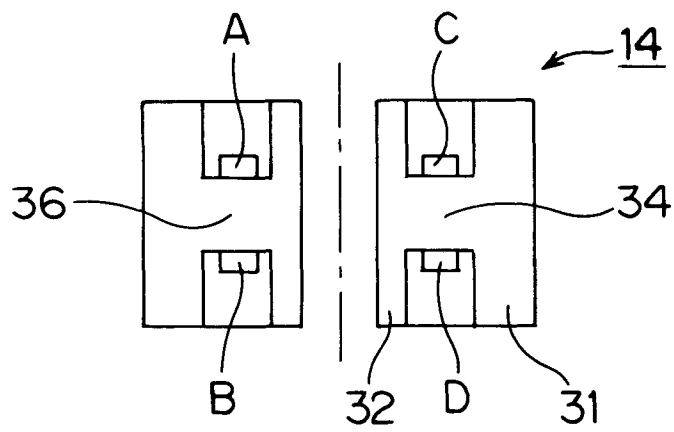
[図6]



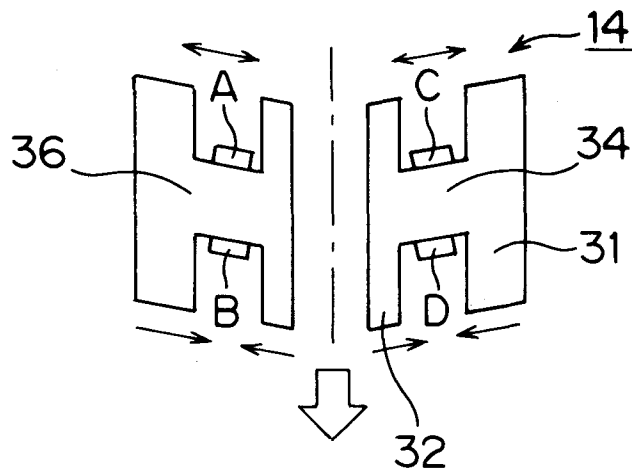
[図7]



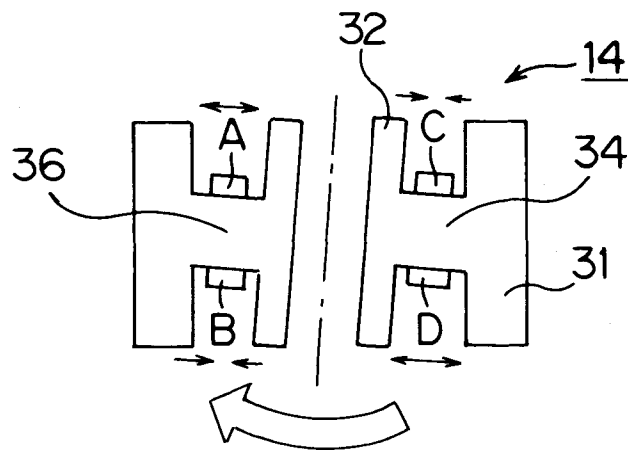
[図8]



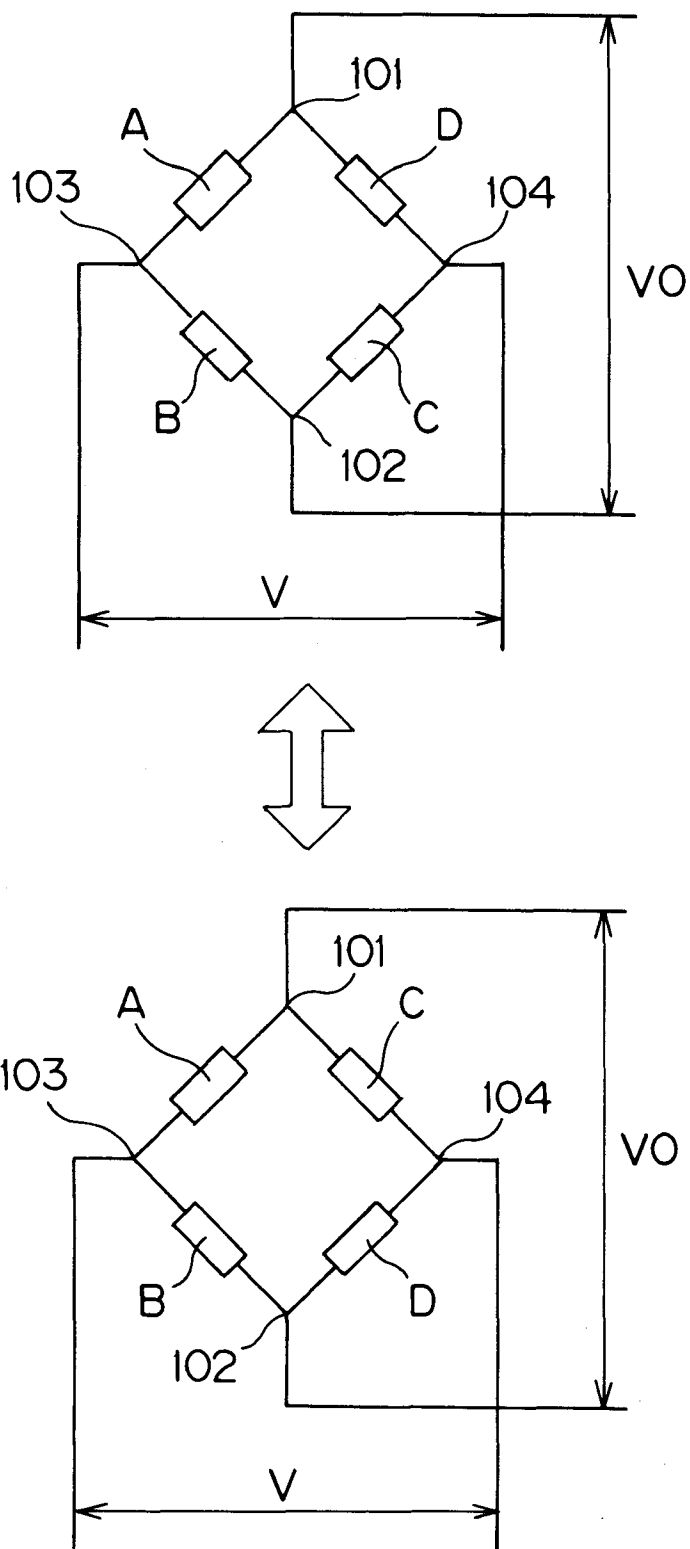
[図9]



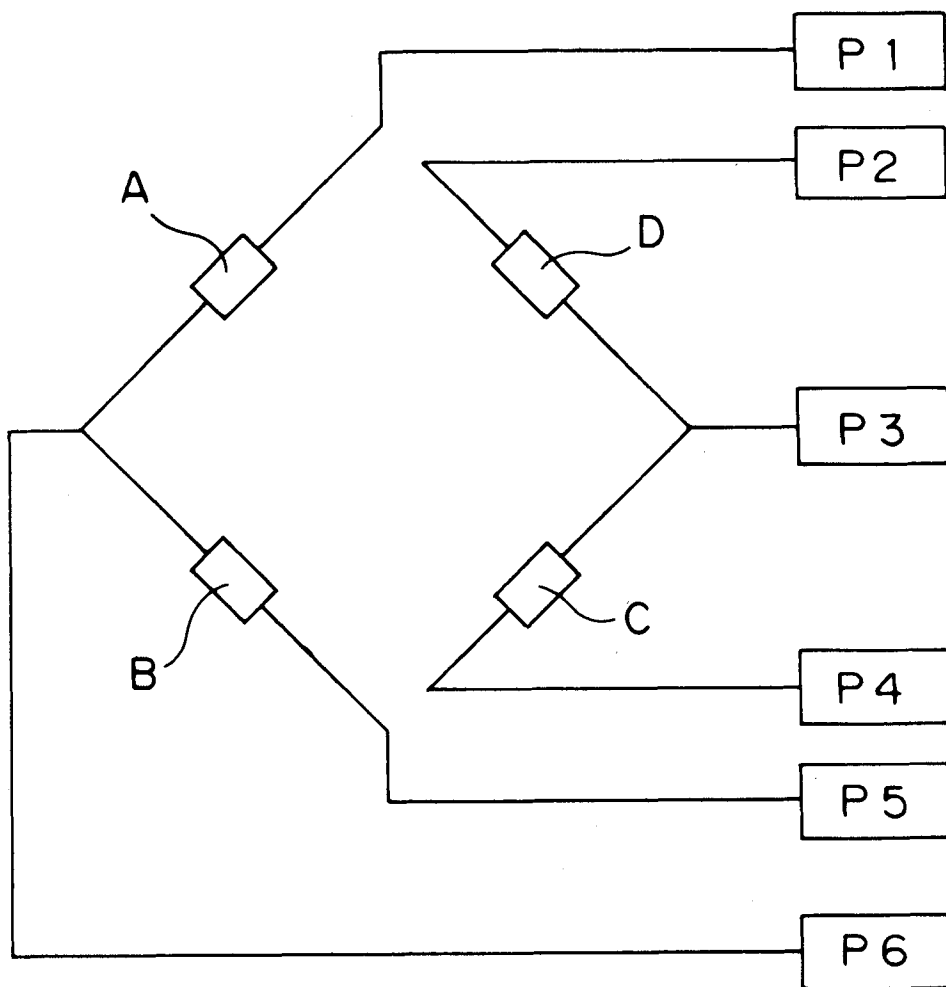
[図10]



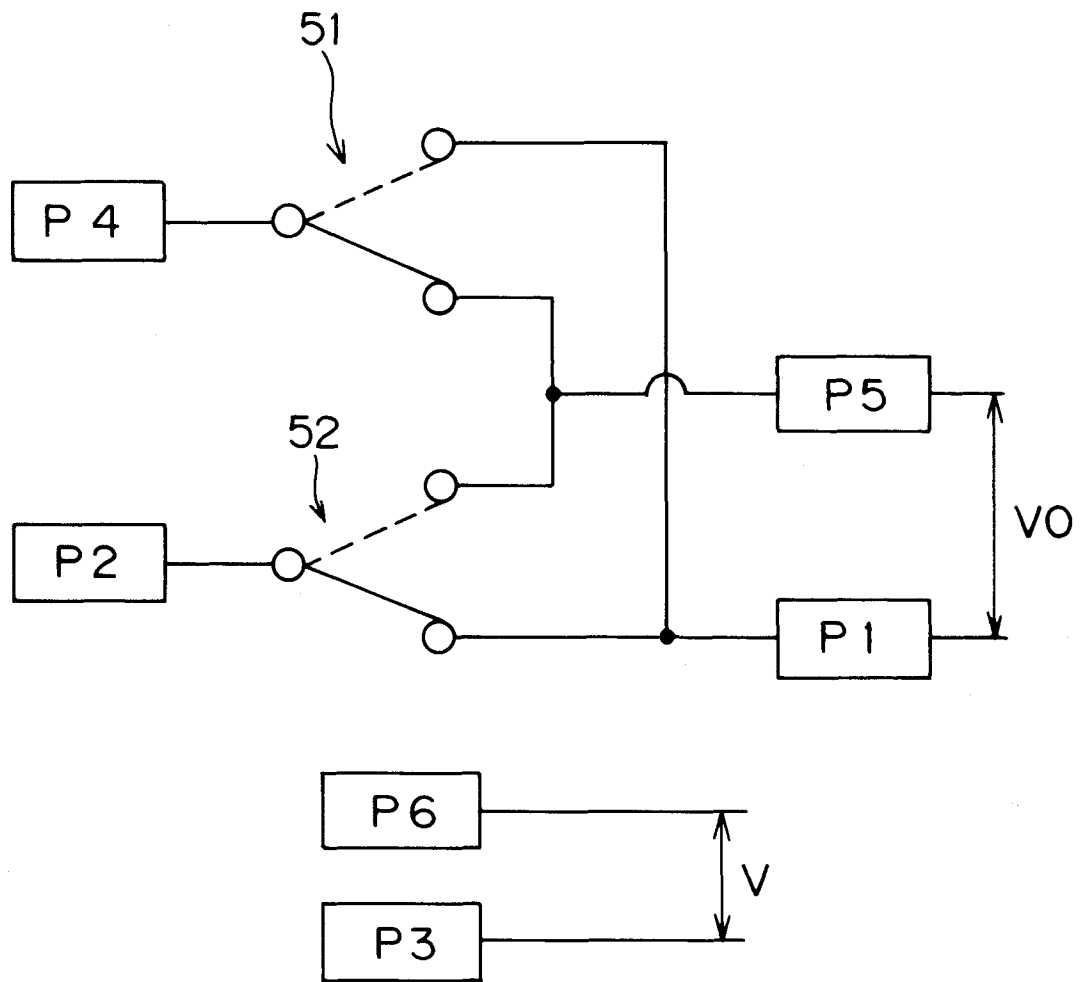
[図11]



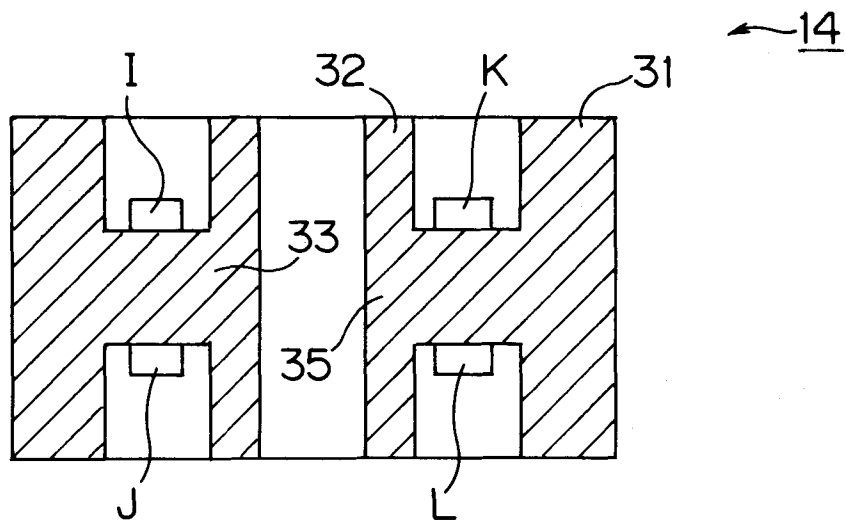
[図12]



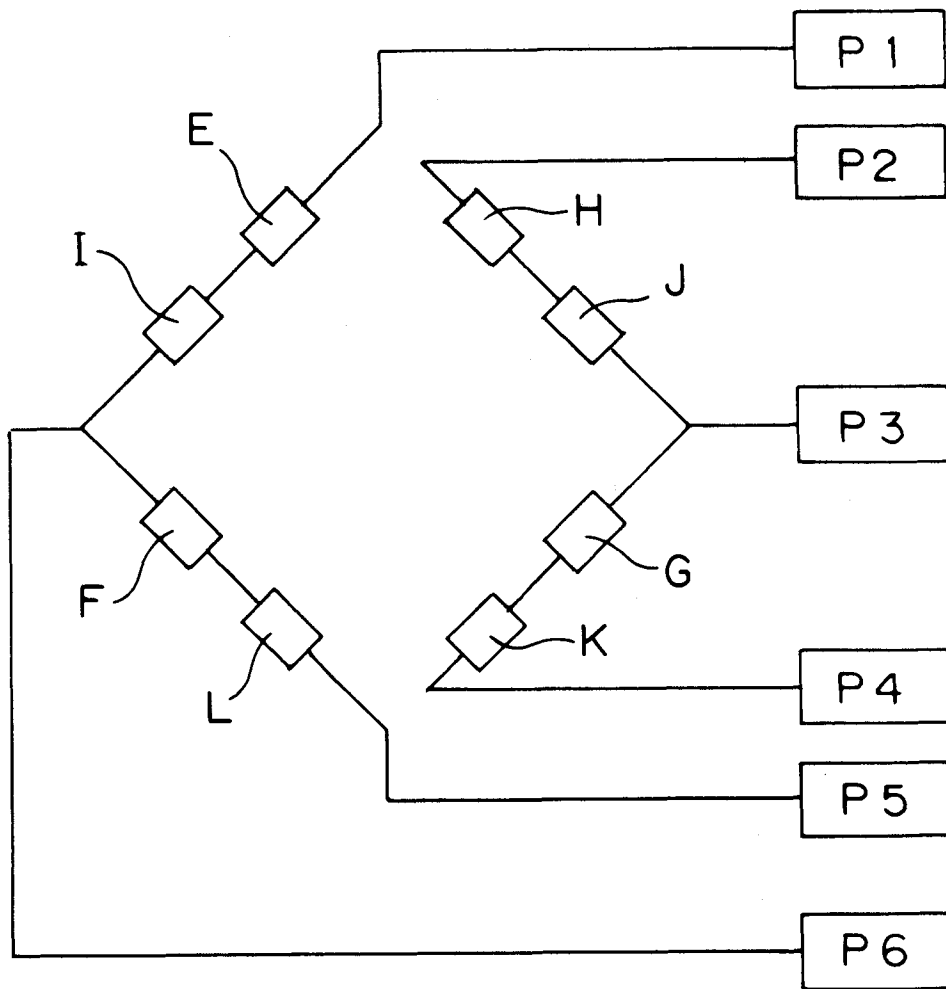
[図13]



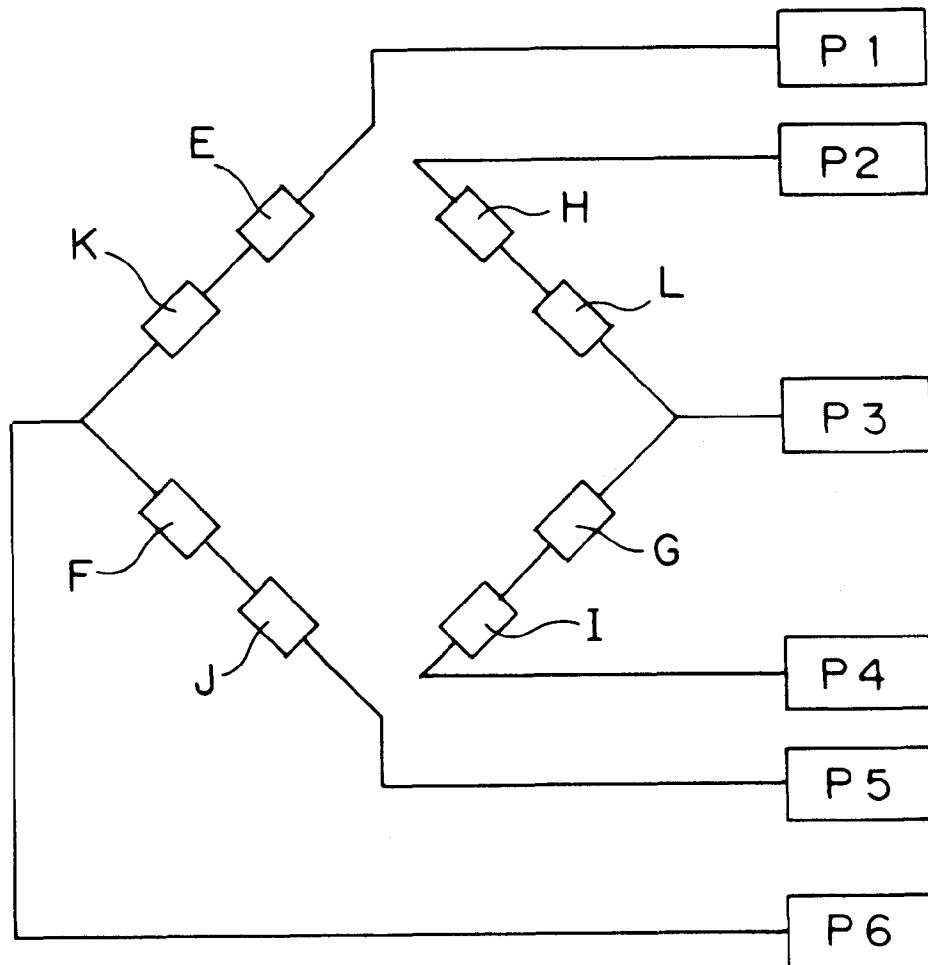
[図16]



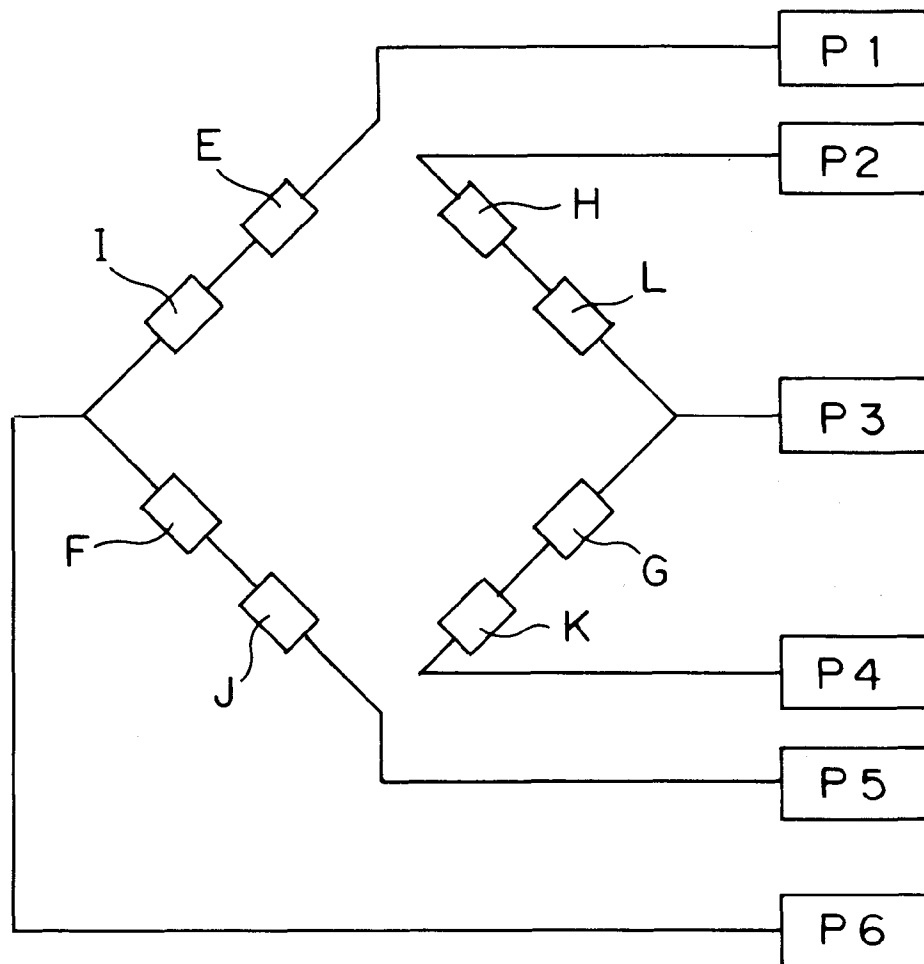
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N3/08(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) G01N3/08, G01L		
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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JST7580(JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-211823 A (National University Corporation University of Fukui), 01 November 2012 (01.11.2012), (Family: none)	1-3 4, 5
Y A	JP 6-241922 A (Japan Electronics Industry Ltd.), 02 September 1994 (02.09.1994), paragraphs [0014], [0015]; fig. 5 & US 5507187 A & EP 611959 A2 & DE 69429589 D & DE 69429589 T	1-3 4, 5
A	JP 8-29309 A (Shimadzu Corp.), 02 February 1996 (02.02.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
☒ 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 08 October, 2014 (08.10.14)		Date of mailing of the international search report 21 October, 2014 (21.10.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-331336 A (Japan Electronics Industry Ltd.), 19 November 1992 (19.11.1992), entire text; all drawings & US 5186042 A & EP 814329 A2 & DE 69230416 D & DE 69230416 T	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01N3/08(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（I P C）） Int.Cl. G01N3/08, G01L			
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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） JSTPlus /JST7580(JDreamIII)			
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 A	JP 2012-211823 A (国立大学法人福井大学) 2012. 11. 01, (ファミリーなし)	1-3 4, 5	
Y A	JP 6-241922 A (日本電子工業株式会社) 1994. 09. 02, 段落[0014][0015], 図5 & US 5507187 A & EP 611959 A2 & DE 69429589 D & DE 69429589 T	1-3 4, 5	
A	JP 8-29309 A (株式会社島津製作所) 1996. 02. 02, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5	
☒ 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 08. 10. 2014		国際調査報告の発送日 21. 10. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 谷垣 圭二 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 3010

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-331336 A (日本電子工業株式会社) 1992. 11. 19, 全文全図 & US 5186042 A & EP 814329 A2 & DE 69230416 D & DE 69230416 T	1 - 5