(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
2018年3月15日(15.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/047833 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 7/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/032002

(22) 国際出願日： 2017年9月5日(05.09.2017)

(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 2016-177085 2016年9月9日(09.09.2016) JP
特願 2016-177086 2016年9月9日(09.09.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社Ｎｅｊｉ Ｌａｗ (**NEJILAW INC.**) [JP/JP]; 〒1086028 東京都港区港南二丁目１５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 道脇 裕 (**MICHIWAKI Hiroshi**); 〒1086028 東京都港区港南二丁目１５番１号 株式会社Ｎｅｊｉ Ｌａｗ内 Tokyo (JP).

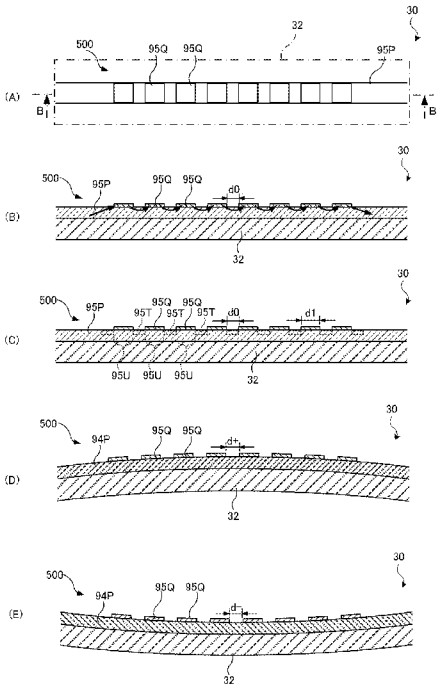
(74) 代理人: 佐原 雅史, 外(**SAHARA Masashi** et al.); 〒3300854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町１丁目９番地１８ 大宮三貴ビル５階 彩都総合特許事務所 Saitama (JP).

(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, JO, 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,

(54) **Title:** SENSOR STRUCTURE, COMPONENT PROVIDED WITH SENSOR STRUCTURE, AND PATTERNING METHOD FOR SENSOR STRUCTURE

(54) 発明の名称： センサ構造、センサ構造付部材、センサ構造のパターニング方法



(57) **Abstract:** A sensor structure according to the present invention is provided with: a plurality of high resistance partial conducting sections 95T formed by a first conductive material and disposed with intervals existing therebetween; and a plurality of low resistance partial conducting sections 95Q formed by a second conductive material having a small electric resistivity when compared with the first conductive material, disposed such that each of the low resistance partial conducting sections 95Q connects the high resistance partial conducting sections 95T forming pairs with the low resistance partial conducting sections 95Q, and disposed with intervals existing therebetween. Due to a change of the electric resistance value in a range including both the high resistance partial conducting sections 95T and the low resistance partial conducting sections 95Q, physical phenomenon are detected. Through said feature, by making it possible to objectively measure the state of a variety of components, maintenance management of an entire building, judgment concerning the timing of maintenance, and buildings and sites to be preferentially repaired are clarified.

WO 2018/047833 A1

［続葉有］

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：本発明のセンサ構造は、第一導電材で構成され、互いに間隔を存して配置される複数の高抵抗部分通電区９５Ｔと、第一導電材と比較して電気抵抗率が小さい第二導電材によって構成され、各々が、対となる当該高抵抗部分通電区９５Ｔを繋ぐように配置されると共に、互いに間隔を存して配置される複数の低抵抗部分通電区９５Ｑと、を備える。高抵抗部分通電区９５Ｔ及び低抵抗部分通電区９５Ｑの双方を含む範囲の電気抵抗値の変化によって、物理現象を検出する。これにより、様々な部材の状況を客観的に測定可能にすることで、建造物全体の保守管理、メンテナンス時期の判断や或いは優先的補修建造物や部位を明確化する。

明　細　書

発明の名称 ：

センサ構造、センサ構造付部材、センサ構造のパターニング方法

技術分野

[0001] 本発明は、住宅家屋や集合住宅、ビル等の建物、橋梁や鉄塔、鉄道、パイプライン、プラント、発電所や風力発電装置、太陽光発電装置等の建築物や建造物（以下、建築物と建造物を合わせて単に建造物と称する。）やそれらに用いる建材や構造材等の各種部材、建設機械、工作機械等の産業機械やその他の機械装置類やそれらを構成する締結部材や刃物、保持部材等の消耗品類、或いは、スプリング、ベアリング、リニアガイド等の要素部品等、ロケットや航空機、潜水艦、船舶、電車やバス、トラック、乗用車、オートバイ、自転車、エレベータ等の各種移動手段、また、オフィスや家庭用の機器類、日用品等の様々な場面で用いられる部材、それらの部材にパターニングする通電路の形成方法、更にはこれらの部材の変形等を検出するセンサ構造等に関する。また、これらの部材にパターニングする通電路の形成方法に関する。

背景技術

[0002] 現在、ビル、家屋、集合住宅、ホール等の空間を形成する建築物や橋梁、ダム、ケーソン、消波ブロック、水門等の建造物（以下、これらを建造物と呼ぶ）、自動車や自転車、鉄道等の乗物を含む各種移動手段、機械設備、電気機器、発電設備、化学プラント等、様々な場面で多種多様な部材が用いられている。また、その素材にも、鉄、樹脂、ゴム、石、コンクリート、アスファルト、木、紙、セラミック、ガラス等様々な物が使用されている。

[0003] 例えば建造物だけをとっても、家屋、集合住宅、学校の校舎、駅舎、空港のターミナル、病院、市区町村の庁舎、橋梁、トンネルなど、社会インフラ等に関連する様々なものが存在し、これらの建造物は、柱、梁や床、天井、ボルト、ナット、鉄筋コンクリート等の様々な構造材によって、その形状が

保たれている。また、構造材に限らず、窓ガラスやドア等の各種部材や設備が用いられ、様々な材料によって多様な形状、構造に構成されている。

[0004] 構造材は、長期間に亘って利用されることが前提となるが、寒暖による熱伸縮、経年劣化や震災等の振動や衝撃等の外力に曝されるため、老朽化は避けられない。老朽化を放置すれば、人為的な災害が発生する虞もある。

[0005] また、今後より大型化が予想される台風や竜巻、地震の災害等は、窓ガラスにさえ過度の応力や負荷を与え、亀裂が生じたり、一部が欠けたりする場合がある。これらを放置すれば、窓ガラスの割れに繋がり、怪我をする虞も生じる。

[0006] 従って、今後は、このような建造材等の様々な部材を定量的且つ広範に監視可能とし、メンテナンスすることで、事故や災害を未然に防ぎ、減災・防災等を実現すること（ナショナル・レジリエンス）が重要である。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、現在、建造物を例にとっても、膨大な数が存在しており、メンテナンスを行うべき建造材に優先順位をつけたり、一つの建造物の中で、どこの構造材を集中的にメンテナンスすべきかを判断したりすることが、現実的には不可能な状況である。

[0008] ところで現在も、例えば、橋梁の維持管理を行うために橋梁管理カルテを作成し、都道府県・市区町村の担当者が、橋梁を定期点検している。しかし、人間による目視外観検査を中心とした点検であるため、個人差が生じ易く客観性に欠け、またリアルタイムの点検も出来ないということから、抜本的なメンテナンスの判断には利用できないという問題があった。

[0009] 構造材以外の様々な部材においても、故障や破損が生じてから、修理・交換等を行うのが一般であり、それによって生じる事故や経済的ロスを未然に防ぐことが困難であるという問題があった。

[0010] 他方、従来、歪みゲージと称する歪みセンサ素子が存在し、測定対象となる物体に接着剤を用いて取り付けることで、被測定対象体に生じる歪み、若

しくは応力を間接的に計測していた。ところが、この方法の場合、測定対象体への接着剤による難しい取付け作業が必要な上、接着剤の伸びなのか、被測定対象体の伸びなのかの判別が不可能な上、温度や湿度、熱影響、熱膨張率の違い、繰り返しの伸縮による疲労強度、耐候性や耐久性の問題で劣化が生じたり、剥がれが生じたりするなどの問題があり、長期間に亘って、被測定対象体に生じる歪みの歪みの正確な測定結果を得ることが、本質的に出来ないという問題があった。

[0011] また、従来の歪みゲージは、検出感度に限界が存在する為、例えば、巨大建造物の全体に亘って生じる、局所的には極めて小さな変形や振動揺動等を検出することは非常に困難であった。

[0012] より具体的には、従来の歪みゲージは、小さい検出領域において、蛇腹状に往復する抵抗配線を高精度に形成した構造となっており、この歪みゲージを測定対象物に貼り付けて、その変形レベルを検知する。結果、一つの歪みゲージによる検出領域は極めて小さい。従って、例えば大きな構造物において、どこに生じるか事前に判別できないような変形等を歪みゲージで検知しようとすると、膨大な数の歪みゲージを、構造物に張り付ける必要が生じ、量産性や製造コスト等の観点から、現実的ではないという問題があった。

[0013] 本発明は、上記問題点に鑑みて本発明者の鋭意研究により成されたものであり、様々な部材の状況を客観的に測定可能にすることで、建造物全体の保守管理、メンテナンス時期の判断や或いは優先的補修建造物や部位を明確化することやより優れた設計に繋げること、或いは、工場建屋はもとより、工場内設備、特に生産設備や産業機械、装置、或いはそれらに用いる消耗品のリアルタイムの計測やこれによる状態把握、或いは、飛行機や船舶、鉄道や鉄道車両、自動車等を含む各種の乗物若しくは移動体等の状態把握やこれによる未然の事故防止等を目的としている。

課題を解決するための手段

[0014] 上記目的を達成する本発明は、第一導電材で構成され、互いに間隔を存して配置される複数の高抵抗部分通電区と、当該第一導電材と比較して電気抵

抗率が小さい第二導電材によって構成され、各々が、対となる当該高抵抗部分通電区を繋ぐように配置されると共に、互いに間隔を存して配置される複数の低抵抗部分通電区と、を備え、当該高抵抗部分通電区及び当該低抵抗部分通電区の双方を含む範囲の電気抵抗値の変化によって、物理現象を検出することを特徴とするセンサ構造である。

[0015] 当該センサ構造に関連して、前記高抵抗部分通電区及び前記低抵抗部分通電区はそれぞれ平面状となっており、前記高抵抗部分通電区と前記低抵抗部分通電区が重なるようにして、互いに面接触することを特徴とする。

[0016] 当該センサ構造に関連して、前記第二導電材と比較して電気抵抗率が大きい導電材で構成され、各々が、対となる前記高抵抗部分通電区を繋ぐように配置される補助通電区を備えることを特徴とする。

[0017] 当該センサ構造に関連して、第一導電材で構成されるベース路を備え、前記低抵抗部分通電区が、互いに間隔を存して当該ベース路の表面に接触するように複数配設され、前記ベース路における、複数の前記低抵抗部分通電区の間隔に相当する領域の少なくとも一部が、前記高抵抗部分通電区となり、前記ベース路における前記低抵抗部分通電区と当接する領域が前記補助通電区となることを特徴とする。

[0018] 上記目的を達成する本発明は、測定対象となる部材の全部又は一部に、上記のいずれかに記載のセンサ構造が配設されることを特徴とするセンサ構造付部材である。

[0019] 当該センサ構造付部材に関連して、前記高抵抗部分通電区又は前記低抵抗部分通電区が前記部材の表面に直接形成されることを特徴とする。

[0020] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材の表面の異なる場所に、複数の前記センサ構造が配設されることを特徴とする。

[0021] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材の表面における一端近傍から他端近傍までの全域に亘って、前記センサ構造が配接されることを特徴とする。

[0022] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材の表面における一端近傍から

他端近傍までの全域に亘って、単一通電経路となる前記センサ構造が配接されることを特徴とする。

[0023] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材が導電材で構成されることで前記高抵抗通電区を兼ねるようになっており、前記部材の表面に前記低抵抗部分通電区が間隔を存して配設されることで、前記センサ構造が形成されることを特徴とする。

[0024] 上記目的を達成する本発明は、第一導電材で構成されるベース路と、当該ベース路の表面に接触するように複数配設され、当該第一導電材と比較して電気抵抗率が小さい導電材で構成される低抵抗部分通電区と、を有し、前記ベース路及び前記低抵抗部分通電区の双方を含む範囲の電気抵抗値の変化によって、物理現象を検出することを特徴とするセンサ構造である。

[0025] 当該センサ構造に関連して、前記ベース路の少なくとも一方の表面に、複数の前記低抵抗部分通電区が配設されることを特徴とする。

[0026] 当該センサ構造に関連して、前記ベース路の変形に起因する前記電気抵抗値の変化を検出することを特徴とする。

[0027] 当該センサ構造に関連して、電圧が印加される両端間において分岐及び合流する複数の並列通電部を有しており、複数の当該並列通電部のそれぞれに、前記ベース路及び複数の前記低抵抗部分通電区が配設されることを特徴とする。

[0028] 当該センサ構造に関連して、互いに隣接されて電圧が印加される一対の端子を有すると共に、一方の当該端子から離反して他方の当該端子に戻る通電経路を有するようになっており、当該通電経路の途中に、前記ベース路及び複数の前記低抵抗部分通電区が配設されることを特徴とする。

[0029] 当該センサ構造に関連して、前記ベース路の層厚が、前記低抵抗部分通電区の層厚よりも大きいことを特徴とする。

[0030] 上記目的を達成する本発明は、測定対象となる部材の全部又は一部に、上記のいずれかに記載のセンサ構造が配設されることを特徴とするセンサ構造付部材である。

[0031] 当該センサ構造付部材に関連して、前記ベース路又は前記低抵抗部分通電区が前記部材の表面に直接形成されることを特徴とする。

[0032] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材の表面の異なる場所に、複数の前記センサ構造が配設されることを特徴とする。

[0033] 当該センサ構造付部材に関連して、前記部材が導電材で構成されることで前記ベース路を兼ねるようになっており、前記部材の表面に前記低抵抗部分通電区が配設されることで、前記センサ構造が形成されることを特徴とする。

[0034] 上記目的を達成する本発明は、互いに間隔を存して配置される複数の高抵抗部分通電区及び当該高抵抗部分通電区を繋ぐように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、少なくとも複数の高抵抗部分通電区形成予定領域が露出するように、その周囲を覆う高抵抗部分通電区用マスキング層を形成する高抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該高抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該高抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、高抵抗部分通電区用導電性材料を用いて高抵抗部分通電区用導電層を形成する高抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該高抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該高抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、高抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該高抵抗部分通電区を形成する高抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、当該低抵抗

部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0035] 上記パターニング方法に関連して、前記高抵抗部分通電区と前記低抵抗部分通電区の少なくとも一部が互いに重なるように形成されることを特徴とする。

[0036] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、当該被測定対象物の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路を形成するベース路形成ステップと、当該ベース路形成ステップよりも後工程に実行され、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する当該ベース路に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該ベース路に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0037] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の

表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、ベース路形成予定領域を有する当該被測定対象物の表面に対して、当該ベース路形成予定領域の周囲を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、当該ベース路用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域の範囲内に複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する当該ベース路用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該ベース路用導電層に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路用マスキング層を除去することで、ベース路用導電層によって当該ベース路を形成するベース路用マスキング層除去ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0038] 上記パターニング方法に関連して、前記ベース路用導電層形成ステップよりも前工程に実行され、当該被測定対象物の表面に対する当該ベース路形成予定領域に絶縁層を形成する絶縁層形成ステップを有することを特徴とする。

[0039] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する被測定対象物の表面に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域と重なるベース路形成予定領域を有する当該被測定対象物の表面に対して、当該ベース路形成予定領域の周囲を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、当該ベース路用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路用マスキング層を除去することで、ベース路用導電層によって当該ベース路を形成するベース路用マスキング層除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0040] 上記パターニング方法に関連して、前記低抵抗部分通電区用マスキング層

形成ステップよりも前工程に実行され、当該被測定対象物の表面に対する当該ベース路形成予定領域に絶縁層を形成する絶縁層形成ステップを有することを特徴とする。

[0041] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、当該ベース路を兼ねる被測定対象物の表面に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0042] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、当該ベース路用導電層に対して、当該ベース路形成予定領域を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域以外の領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、当該ベース路用導電層における当該ベ

ース路形成予定領域以外の領域を除去することで、当該ベース路を形成するベース路用導電性材料除去ステップと、当該ベース路用導電性材料除去ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路と重畳する複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0043] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対して低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区と重畳するベース路形成予定領域を含む範囲に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導

電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、当該ベース路用導電層に対して、当該ベース路形成予定領域を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域以外の領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、当該ベース路用導電層における当該ベース路形成予定領域以外の領域を除去することで、当該ベース路を形成するベース路用導電性材料除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

[0044] 上記目的を達成する本発明は、ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、当該ベース路を兼ねる被測定対象物の表面に対して、低抵抗部分通電区形成予定領域を含むように低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法である。

発明の効果

[0045] 本発明によれば、部材に生じる変形や歪み、温度状態、微小クラック等の物理状体及び／又は錆びや腐食等の物質表面状態等の化学的状態等の変化や、部材を取り巻く物理的、化学的な環境変化を客観的に把握することを極めて低コストに実現可能であり、また大量生産可能なことから広範な対象を客観的に且つ遠隔で監視する事が可能となる。また、本発明は、多種多様の、しかも大量な部材への適用が極めて低コストで実現できるという効果を奏す

る。

図面の簡単な説明

[0046] [図1A]本発明の実施形態に係るセンサ構造付部材を用いた構造物の計測システムの全体構成を示す図である。

[図1B]本発明の実施形態に係るセンサ構造を示す（Ａ）は平面図、（Ｂ）は平面図のＢ－Ｂ矢視断面図、（Ｃ）は内部構造を説明する断面図、（Ｄ）及び（Ｅ）は変形時の状態を示す断面図である。

[図1C]本発明の実施形態に係るセンサ構造を母材に適用する際の平面図である。

[図1D]本発明の実施形態に係るセンサ構造を母材に適用する際の平面図である。

[図1E]本発明の実施形態に係るセンサ構造の他の事例を示す（Ａ）は平面図、（Ｂ）は平面図のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図1F]本発明の実施形態に係るセンサ構造の他の事例を示す断面図である。

[図1G]本発明の実施形態に係るセンサ構造の他の事例を示す断面図である。

[図1H]本発明の実施形態に係るセンサ構造を棒状母材に適用する際の斜視図である。

[図1I]本発明の実施形態に係るセンサ構造の他の事例を示す平面図である。

[図2]センサ構造付部材が適用される建造物を拡大して示す斜視図である。

[図3]同計測システムで利用されるセンサ構造付部材の例となる雄ねじ体を示す（Ａ）は上面図、（Ｂ）は正面図、（Ｃ）は背面図、（Ｄ）は（Ｂ）におけるＤ－Ｄ矢視断面図である。

[図4A]同センサ構造付部材の一部を拡大して示す斜視図である。

[図4B]同センサ構造付部材の一部を拡大して示す正面図であり、（Ｂ）及び（Ｃ）は（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図4C]同センサ構造付部材の変形例を示す（Ａ）正面図、（Ｂ）断面図、（Ｃ）センサ構造のみを示す展開図である。

[図5A]同雄ねじ体の変形例を示す（Ａ）上面図、（Ｂ）正面図、（Ｃ）底面

図である。

[図5B]同雄ねじ体の変形例を示す（Ａ）一部を拡大して示す斜視図、（Ｂ）部分断面図、（Ｃ）乃至（Ｉ）は積層工程を示す部分断面図である。

[図5C]同雄ねじ体の変形例を示す（Ａ）正面図、（Ｂ）正面断面図である。

[図5D]同雄ねじ体の変形例を示す（Ａ）正面図、（Ｂ）は、（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図5E]同雄ねじ体の変形例を示す（Ａ）正面図、（Ｂ）は、（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図6A]同雄ねじ体に内蔵される基板の構成を示すブロック図である。

[図6B]（Ａ）乃至（Ｄ）同雄ねじ体にの通電路に適用されるブリッジ回路の構成を示す回路図である。

[図6C]（Ａ）及び（Ｂ）同雄ねじ体にの通電路に適用されるブリッジ回路の構成を示す回路図である。

[図7]（Ａ）は同計測システムの情報収集装置のハード構成を示すブロック図であり、（Ｂ）は情報収集装置の機能構成を示すブロック図である。

[図8A]同雄ねじ体の変形例となるねじ部の緩み防止構造を示す正面図である。

[図8B]同ねじ部を拡大して示す（Ａ）正面図、（Ｂ）底面図、（Ｃ）側面図であるである。

[図8C]（Ａ）乃至（Ｃ）は同ねじ部に通電路を形成する状態を示す正面図である。

[図9]同雄ねじ体のねじ部の緩み防止構造の例を示す正面図である。

[図10]同雄ねじ体のねじ部の緩み防止構造の例を示す正面図である。

[図11]（Ａ）乃至（Ｃ）は同センサ構造付部材の変形例を示す正面図である。

[図12]同センサ構造付部材が適用される建造物を拡大して示す斜視図である。

[図13]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図14]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図15]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図16]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図17]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図18]（Ａ）は同センサ構造付部材の通電路の変形例を示す図であり（Ｂ）は（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図19A]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図19B]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図19C]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図19D]同センサ構造付部材において多層構造の通電路を示す図である。

[図19E]同センサ構造付部材における電力の供給配線の配設例を示す図である。

[図19F]同センサ構造付部材における電力の供給配線の配設例を示す図である。

[図19G]同センサ構造付部材の変形例を示す図である。

[図20]（Ａ）は同センサ構造付部材の通電路の変形例を示す図であり、（Ｂ）及び（Ｃ）は（Ａ）のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[図21]（Ａ）及び（Ｂ）は同センサ構造付部材の通電路の変形例を示す図である。

[図22]同センサ構造付部材の通電路の変形例を示す図である。

[図23]（ａ）及び（ｂ）は複数の通電路からなる通電回路を示す説明図である。

[図24]（ａ）及び（ｂ）は２次元マトリックス状の通電回路を示す説明図である。

[図25]（ａ）乃至（ｉ）は同通電回路の形成するためのパターン情報を示す説明図である。

[図26]は同パターン情報を組み合わせた通電回路パターンを示す説明図である。

[図27]（ａ）は同センサ構造付部材の変形例を示す斜視図であり、（ｂ）同センサ構造付部材の通電回路の部分断面図である。

[図28]（ａ）及び（ｂ）は帯状のセンサ構造付部材の使用形態を示す斜視図であり、（ｂ）は同センサ構造付部材の検出態様を示す概念図である。

[図29]センサ構造付部材の母材自体をベース路とする場合を示す斜視図である。

[図30]本発明の実施形態に係るセンサ構造のパターンニング方法の工程例を示す平面図である。

[図31]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図32]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図33]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図34]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図35]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図36]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図37]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

[図38]同パターンニング方法の他の工程例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0047] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0048] 図１Ａには、本発明の実施形態に係るセンサ構造付部材が用いられる建造物の計測システム１が示されている。この計測システム１は、ビルや橋梁、鉄道レール、道路、高架道路等の複数の建造物１０と、この建造物１０に建設時の構造を画定する部材として利用されるセンサ構造付部材（例えば、Ｈ形鋼、Ｃ形鋼、Ｔ形鋼、Ｉ形鋼、円形や角形等の管状鋼等の構造材やねじ締結部材やリベット等の接合部材、壁材、コンクリート材等）３０と、このセンサ構造付部材３０に対して有線又は無線によって接続される情報収集装置１００を備えて構成される。

[0049] 図１Ｂ（Ａ）には、センサ構造付部材３０の母材３２に適用されるセンサ構造５００が示される。このセンサ構造５００は、導電材で構成される帯状

のベース路９５Ｐの表面に、複数の低抵抗部分通電区（導電片）９５Ｑが配置されて構成される。本実施例では、ベース路９５Ｐの一方の表面に、複数の方形（勿論、必ずしも方形でなければならないというものではなく、断続的に、比較的良導性の導電部として設けられていればよい。）の低抵抗部分通電区９５Ｑが、帯長手方向に広がるように互いに間隔を存して配置される。また、ベース路９５Ｐは比較的高抵抗値（高抵抗率）となる導体材料で構成される。一方、低抵抗部分通電区９５Ｑは、ベース路９５Ｐの材料と比較して低抵抗値（低抵抗率）の導体（良導体）となる。なお、特に図示しないが、ベース路９５Ｐの下層には絶縁層が形成される。ここで、ベース路９５Ｐの層厚は、特に限定されるものではないが、厚めに設定することで、母材３２の歪みに対するベース路９５Ｐの変形量を増大させることが可能であり、検出感度を向上させることが可能となる。しかしながらベース路９５Ｐの層圧が、厚過ぎると、熱膨張や熱収縮の影響が大きく成り易いので、厚過ぎない設定とすることが好ましく、例えば、低抵抗部分通電区９５Ｑの厚みに比して、より厚くなる程度に設定することが好ましい。なお、低抵抗部分通電区９５Ｑの層厚は、１ｍｍ以下に設定するのが、好ましく、母材３２の変形への追従性や熱膨張、熱収縮、材料使用量、製作性等を加味すれば、数百μｍ以下、望ましくは０．１μｍ～数十μｍ程度とする。勿論、薄過ぎれば、ベース路９５Ｐ自体の断裂や抵抗値の増大が起こってしまうことを加味した設定とすることが好ましい。

[0050] このベース路９５Ｐの両端に電圧を印加すると、図１Ｂ（Ｂ）の矢印に示すように、電子は、できる限り低抵抗の場所を選択しながら流れると推察される。具体的には、低抵抗部分通電区９５Ｑが存在しない場所（つまり、低抵抗部分通電区９５Ｑの間隔ｄ０の領域）は、ベース路９５Ｐの内部を電荷（電子など）が移動する。また、低抵抗部分通電区９５Ｑが存在する場所は、低抵抗部分通電区９５Ｑ内又はベース路９５Ｐと低抵抗部分通電区９５Ｑの境界近傍を電子が移動する。

[0051] このセンサ構造５００を別の観点から説明すると、図１Ｂ（Ｃ）に示すよ

うに、ベース路９５Ｐ内には、高抵抗率となる導電材で構成される複数の高抵抗部分通電区９５Ｔが、互いに間隔ｄ１を存して配置される。この間隔ｄ１は、低抵抗部分通電区９５Ｑの存在する範囲に相当する。また、低抵抗率となる導電材で構成される低抵抗部分通電区９５Ｑは、対となって隣接する高抵抗部分通電区９５Ｔを繋ぐように配置される。同時に、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑは、高抵抗部分通電区９５Ｔ上において、互いに間隔ｄ０を存して配置される。この間隔ｄ０は、高抵抗部分通電区９５Ｔが存在する範囲に相当する。このように構成すると、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑが交互に連続する結果となり、両端に電圧を印加すると、電子が、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑを交互に選択しながら流れると推察する。

[0052] ベース路９５Ｐ内における、高抵抗部分通電区９５Ｔが存在しない領域は、補助通電区９５Ｕと定義される。この補助通電区９５Ｕは、低抵抗部分通電区９５Ｑと併設され、かつ、低抵抗部分通電区９５Ｑの導電材と比較して高抵抗率となる材料（ここでは低抵抗部分通電区９５Ｑと同一の導電材）で構成される。この補助通電区９５Ｕも、仮想的には、対となって隣接する高抵抗部分通電区９５Ｔを電気的に繋ぐことになるが、低抵抗部分通電区９５Ｑが並行するので、電子は低抵抗部分通電区９５Ｑ側を移動することになる。即ち、この補助通電区９５Ｕは、多少の電流が流れる可能性はあるものの、支配的な導電をもたらすものではない配線として機能すると推察される。

[0053] 結果として、ベース路９５Ｐにおける、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑの間隔ｄ０に相当する領域が、高抵抗部分通電区９５Ｔとなり、ベース路９５Ｐにおける、低抵抗部分通電区９５Ｑと当接している領域の少なくとも一部が補助通電区９５Ｕとなる。

[0054] 以上のように構成されるセンサ構造５００を、図１Ｂ（Ｄ）に示すように、母材３２の表面が凸となることで、ベース路９５Ｐが長手方向に伸びるように一方向に湾曲させると、隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの距離がｄ０からｄ＋に広がる。本発明者らによる検証の結果、ベース路９５Ｐが伸長す

ると、その両端間の抵抗値が増大し、母材３２の凸湾曲状態を検知できる。

[0055] また、図１Ｂ（Ｅ）に示すように、母材３２の表面が凹となることで、ベース路９５Ｐが長手方向に縮むように他方向に湾曲させると、隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの距離がｄ０からｄ－に縮む。本発明者らによる検証の結果、この場合は、ベース路９５Ｐの両端間の抵抗値が減少し、母材３２の凹湾曲状態を検知できる。即ち、本構造のセンサ構造５００によれば、長手方向の伸縮、曲げ等の物理現象を、抵抗値変化によって好感度で検出できる。なお、この際、低抵抗部分通電区９５Ｑに比して、高抵抗値のベース路９５Ｐの厚みを、より厚く設定し、母材３２の歪みに対するベース路９５Ｐの変形が、当該厚みを薄く設定した場合よりも増大するように構成することも好ましい。

[0056] このセンサ構造５００は、比較的簡易に形成することが可能となるので、様々な母材３２に対して広範囲に形成して、母材３２の物理現象を検出できる。例えば、図１Ｃ（Ａ）に示すように、壁面、床、天井、柱等の広範囲な平面を有する母材３２の場合は、平面における一方向Ｘにおいて、一端近傍から他端近傍となる全域に亘って、単一回路となるセンサ構造５００が延びるように形成する。本事例では、単一回路が、特定方向Ｘに対して直角となる他方向Ｙにおいて、一旦近傍から他端近傍となる全域に亘って、複数回に往復して蛇腹状に広がる。即ち、単一回路が、Ｘ方向とＹ方向の双方向において、一端近傍から他端近傍の全域に配置される構造となる。なお、図１Ｃ（Ｂ）に示すように、一方向Ｘにおいて一端近傍から他端近傍となる全域に亘って広がるセンサ構造５００が、Ｙ方向に複数配置されることで、平面全体の物理現象を検知するようにしても良い。

[0057] また例えば、図１Ｄ（Ａ）に示すように、梁等の骨組、鉄道レール等のように、一方向に長い帯状面を有する母材３２の場合は、その長手方向Ｘにおいて、一端近傍から他端近傍となる全域に亘って、単一回路となるセンサ構造５００が延びるように形成する。ちなみに、本事例では、単一回路を長手方向Ｚに一往復させている。更に図１Ｄ（Ｂ）に示すように、一方向Ｘにお

いて一端近傍から他端近傍となる全域に亘って広がるセンサ構造５００が、Ｙ方向に蛇行することで、平面全体の物理現象を検知するようにしても良い。

[0058] 次にセンサ構造の他の構成例を説明する。図１Ｅ（Ａ）及び（Ｂ）に示すセンサ構造５００は、低抵抗部分通電区９５Ｑが下層側（母材３２側）となり、ベース路９５Ｐを上層とすることもできる。つまり、ベース路９５Ｐの裏側の表面に低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。この場合であっても、図１Ａのセンサ構造５００と略同じ出力を得ることが出来る。また、本構造の場合、先に低抵抗部分通電区９５Ｑを形成しておき、これらの全体を覆うようにして、ベース路９５Ｐを形成することができる。結果、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑの間隔ｄ０の空間に、ベース路９５Ｐの導電材が充填されるので、その空間自体が高抵抗部分通電区９５Ｔとなる。

[0059] また図１Ｆ（Ａ）に示すセンサ構造５００は、ベース路９５Ｐの内部（本実施形態では厚み方向の内部）に、低抵抗部分通電区９５Ｑが埋設される構造となっている。この構造の場合、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑの間隔ｄ０に相当する部分が、高抵抗部分通電区９５Ｔとなる。

[0060] 更に図１Ｆ（Ｂ）に示すセンサ構造５００は、一連となるベース路９５Ｐが存在しておらず、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑが交互に連なる様に形成される。この場合、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑの端縁同士が電気的に接合されており、電子は、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑを交互に流れていくことになる。この応用として、図１Ｆ（Ｃ）に示すように、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑがそれぞれ平面状となっており、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑが重なることで、（端部ではなく）平面同士が互いに面接触しても良い。ここで、高抵抗部分通電区９５Ｔの層厚は、特に限定されるものではないが、厚めに設定することで、母材３２の歪みに対する高抵抗部分通電区９５Ｔの変形量を増大させることが可能であり、検出感度を向上させることが可能となる。しかしながら高抵抗部分通電区９５Ｔの

層厚が厚過ぎると、熱膨張や熱収縮の影響が大きく成り易いので、厚過ぎない設定とすることが好ましく、例えば、低抵抗部分通電区９５Ｑの厚みに比して、より厚くなる程度に設定することが好ましい。なお、低抵抗部分通電区９５Ｑの層厚は、１ｍｍ以下に設定するのが、好ましく、母材３２の変形への追従性や熱膨張、熱収縮、材料使用量、製作性等を加味すれば、数百μｍ以下、望ましくは０．１μｍ～数十μｍ程度とする。勿論、薄過ぎれば、ベース路９５Ｐ自体の断裂や抵抗値の増大が起こってしまうことを加味した設定とすることが好ましい。

[0061] 図１Ｇ（Ａ）乃至（Ｃ）に示すように、センサ構造５００を多層化することもできる。具体的にベース路９５Ｐ内には、高抵抗率となる導電材で構成される複数の高抵抗部分通電区９５Ｔが、互いに間隔を存して配置される。ベース路９５Ｐの表面に積層される低抵抗部分通電区９５Ｑによって、対となる高抵抗部分通電区９５Ｔが電気的に繋げられる。なお、ベース路９５Ｐ内における、高抵抗部分通電区９５Ｔが存在しない領域は、補助通電区９５Ｕとなる。低抵抗部分通電区９５Ｑの表面には、更に、その一部として第二低抵抗部分通電区９５Ｈが形成される。この第二低抵抗部分通電区９５Ｈは、低抵抗部分通電区９５Ｑと比較して一層低抵抗率となる導電材で構成される。従って、図１Ｇ（Ｃ）に示すように、低抵抗部分通電区９５Ｑを移動する電子は、その途中で更に第二低抵抗部分通電区９５Ｈ側を移動して、低抵抗部分通電区９５Ｑに戻る。

[0062] 即ち、低抵抗部分通電区９５Ｑと第二低抵抗部分通電区９５Ｈのみに着目すると、低抵抗部分通電区９５Ｑが所謂ベース路となって、その中に少なくとも一対の高抵抗部分通電区９５Ｔ’と、その間に介在する補助通電区９５Ｕ’を有する。第二低抵抗部分通電区９５Ｈは、対となる高抵抗部分通電区９５Ｔ’を電気的に繋ぐように設けられる。結果、本事例のセンサ構造５００では、相対的に高抵抗となる高抵抗部分通電区と、相対的に低抵抗となる低抵抗部分通電区が、多層状態で形成されるので、感度を一層高めることが可能になると考え得る。

[0063] 勿論、このセンサ構造５００において、低抵抗部分通電区９５Ｑと第二低抵抗部分通電区９５Ｈを一体的にとられて、これら全体が低抵抗部分通電区と定義すれば、図１Ｂのセンサ構造５００と略同一視することができる。

[0064] また、図１Ｈ（Ａ）に示すように、母材３２が棒状部材（断面の形状は円形に限られず、角柱等でも良い）となる場合、周方向に延びる環状の高抵抗部分通電区９５Ｔと、周方向に延びる環状の低抵抗部分通電区Ｑが、軸方向に交互に配置されていても良い。軸方向の両端に電圧を印加すれば、棒状部材となる母材の曲げ、ねじり、引っ張り等の挙動を高精度で検知することが可能となる。更に図１Ｈ（Ｂ）に示すように、高抵抗部分通電区９５Ｔは、周方向にも一定の間隔を存して複数配置するようにしても良い。

[0065] 更に図１Ｉ（Ａ）に示すように、面（平面又は曲面）を有する母材３２において、その面全体に広がる面状のベース路９５Ｐを形成し、このベース路９５Ｃの表面に、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑを配置することもできる。本事例では、複数の方形（必ずしも方形でなければ成らないというものではなく、断続的に比較的良好な抵抗値の導電区を設ければよい）の低抵抗部分通電区９５Ｑを、面方向に広がるように（例えばマトリクス状、ハニカム状、ランダム状）に互いに間隔を存して配置する。このセンサ構造５００において、離れた二か所から電圧を印加すれば、母材３２の変形等を検知することが可能になる。面状の配線を構築すると、断線等の心配がなくなり、長期的に安定したセンシングが実現される。また、低抵抗部分通電区９５Ｑは、マトリクス状に配置する場合に限られず、図１Ｉ（Ｂ）に示すように、帯状の低抵抗部分通電区９５Ｑを、帯幅方向に間隔を存しながら複数配置することで、面全体のセンシングを実現しても良い。

[0066] 次に、ねじ体に対してセンサ構造５００を適用する事例を説明する。

[0067] センサ構造付部材３０は、ここでは雄ねじ体又は雌ねじ体であり、好ましくは、建造物１０の基本的な構造材に用いられる。

[0068] 具体的には、図２に示すように、建造物１０の鉛直方向に延びる角形筒状の鋼材からなる支柱１２を連結する接合部位や、この支柱１２から水平方向

に延びるＨ形鋼材、所謂Ｈ鋼となる梁１４を連結する接合部位の複数箇所に、接続プレート１７を利用して、ねじ締結部材となるセンサ構造付部材３０が締結される。このセンサ構造付部材３０は、建造物１０の構造材（骨組み材）を接合する部位となる。このように、センサ構造付部材３０が、構造材同士の接合に関与することにより、構造材に生じる内部応力を間接的に受けることができる。勿論、支柱１２や梁１４、接続プレート１７自体も構造材である。

[0069] 図２に示すように、複数のセンサ構造付部材３０において、その軸方向（締結方向）が互いに異なる場所を選定しておくことが好ましい。このようにすることで、建造物１０の構造材に対して前後、左右、上下から作用する応力状態を、三次元的に計測して、状態把握することが可能になる。

[0070] 図３及び図４Ａに、センサ構造付部材３０として雄ねじ体４０を採用した場合の基本構造を示す。雄ねじ体４０は所謂ボルトであり、頭部４２と軸部４４を有する。軸部４４には、円筒部４４ａとねじ部４４ｂとが形成される。勿論、円筒部４４ａは必須ではない。

[0071] 頭部４２内には、頭部収容空間４８が形成されており、軸部４４内には、軸方向に延びる軸部収容空間４６が形成される。頭部収容空間４８と軸部収容空間４６は連通しており、頭部収容空間４８が軸部収容空間４６よりも径方向に拡張した構造となっている。ここでは、これらの頭部収容空間４８及び軸部収容空間４６を総称して内部空間４９と呼ぶ。

[0072] 円筒部４４ａは、外周面に凹部９０が形成され、凹部９０における円筒状の底面に、歪み計測用の通電路９２が形成される。この通電路９２は、金属材料によって構成され、センサ構造付部材３０が変形することに伴って自身も変形し、それにより抵抗値等の電気的特性が変化することで、センサ構造付部材３０に生じる歪み状態を出力する。凹部９０の底面には、電気絶縁層９１が直接形成され、この電気絶縁層９１の上に、通電路９２が直接形成される。

[0073] 電気絶縁層９１は、例えば、積層印刷、パット印刷、塗装、メッキ、イン

クジェット印刷等を採用できる。また例えば、所定のマスクを配置した状態で、絶縁材料をスパッタリングによって被膜形成したり、シリカ材料を塗布して加熱処理したり、ポリイミド系、エポキシ系、ウレタン系、シリコーン系等の有機絶縁材を塗布するなどの様々な手法を採用できる。なお、通電路９２を形成する母材そのものが電気伝導性を有する場合には、その母材表面を酸化処理することによって、酸化被膜化し、電気絶縁層９１としたり、母材がアルミニウム系の場合には、アルマイト処理によって電気絶縁層９１を設けることも有効である。勿論、電気絶縁層９１は、これらに限定されるものではない。

[0074] 通電路９２は、互いに独立して併設される第一通電路９３と第二通電路９４を有する。第一通電路９３は、第一方向となる軸方向Ｊに沿って、往復するように延びており、センサ構造付部材３０の表面が第一方向に沿って変形する状態を検出する。第二通電路９４は、第一方向に対して直角の第二方向となる周方向Ｓに沿って、往復するように延びており、センサ構造付部材３０の表面が第二方向に沿って変形する状態を検出する。なお、ここでは第一通電路９３を一つだけ配置する場合を例示したが、周方向に一定の位相差（例えば９０°、１８０°）を有する場所に複数配置することも好ましく、軸方向に間隔を空けて複数配置してもよい。第二通電路９４に関しても同様である。通電路９２は、導電性ペーストを利用した積層印刷、パット印刷、塗装、メッキ、インクジェット印刷、スパッタリング等によって凹部９０又は電気絶縁層９１に直接形成される。通電路９２の形状に合わせてマスキングを施してエッチングすることで、配線の形状を設定しても良い。このように通電路９２を直接形成することで、長期間に亘って、通電路９２が剥離しないようになっている。因みに、接着材によって構成される接着層等によって所謂従来の歪みゲージ等を計測対象物に設置すると、接着剤の厚み相当の誤差が出たり、計測対象物に対する設置向きや設置角度等によって誤差が大きくでたりする原因となるため不合理である上、接着剤の経時劣化によって正確な歪みの計測ができなくなるので、本実施形態のように直接形成が好まし

い。一方、シール形式によって、センサ構造を着脱（転着）自在にする場合は、下層側に粘着性を設けて、その表面に剥離シート層を設けることが好ましい。

[0075] 第一通電路９３及び第二通電路９４の外表面は、凹部９０から突出しないように設定される。即ち、第一通電路９３及び第二通電路９４の配線の厚さに対して、凹部９０の深さが同等以上となるように設定される。このようにすることで、第一通電路９３及び第二通電路９４が、他の部材と接触して損傷することを回避するように構成してもよい。なお、第一通電路９３及び第二通電路９４の外表面にカバー層を形成して保護することも好ましい。カバー層も絶縁材料を用いるようにする。勿論、その他に耐油性、耐水性、耐熱性、耐蒸気性、耐候性等の高いバリア層を設けてもよい。

[0076] 頭部４２の座面４２Ａ及び周面４２Ｂにも、凹部９６が形成される。この凹部４６内に、後述するバッテリ５２から通電路９２まで電気を供給する配線９７が形成される。従って、座面４２Ａによって、接続プレート１７を締結しても、配線９７は、接続プレート１７に接触することを回避できる。また、スパナ等の工具によって頭部４２を回転させても、工具と配線９７が接触することを回避できる。

[0077] 内部空間４９内には、配線９７が接続される基板５４と、基板５４に電力を供給するバッテリ５２が収容されるが、近距離無線通信タグの場合には、バッテリや蓄電器の類は必ずしも必要な訳ではない。なお、本実施形態ではバッテリ５２を内蔵する場合を例示するが、外部にバッテリボックスが配置され、このバッテリボックスからセンサ構造付部材３０に電力が有線及び／又は無線方式によって供給されるようにしても良い。また、本実施形態ではバッテリ５２を利用して雄ねじ体４０が稼動する場合を示すが、例えば、外部から有線の電力配線によって電力が供給される場合は、このバッテリを省略することも可能である。更に、外部のリーダ等からの電波をエネルギーとして受信し、このエネルギーを電源として動作するＲＦＩＤ等のパッシブ構造の場合も、バッテリ５２を省略できる。

[0078] 更に内部空間４９に異物や水分が進入するのを防止するために、内部空間４９の開口部分にはキャップ５０が設置される。頭部収容空間４８側のキャップ５０をとりはずせば、建造物１０から雄ねじ体４０を取り外すことなく、バッテリ５２の交換や、基板５４等のメンテナンスが可能となっている。勿論、キャップ５０で閉塞するのではなく、樹脂やゴム、パテ等で埋設してもよい。

[0079] 図４Ｂ（Ａ）に、通電路９２（第一通電路９３及び第二通電路９４）の詳細構造を拡大して示す。通電路９２にはセンサ構造５００が形成される。このセンサ構造５００は、導電材で構成される帯状のベース路９５Ｐの表面に、複数の低抵抗部分通電区（導電片）９５Ｑが配置されて構成される。本実施例では、ベース路９５Ｐの一方の表面に、複数の方形（勿論、必ずしも方形でなければならないというものではなく、断続的に、比較的良導性の導電部として設けられていればよい。）の低抵抗部分通電区９５Ｑが、帯長手方向に広がるように互いに間隔を存して配置される。また、ベース路９５Ｐは比較的高抵抗値材料の導体となり、低抵抗部分通電区９５Ｑは比較的低抵抗値の導体（良導体）となる。なお、特に図示しないが、ベース路９５Ｐの下層には絶縁層が形成される。

[0080] このベース路９５Ｐの両端に電圧を印加すると、図４Ｂ（Ｂ）の矢印に示すように、ベース路９５Ｐの内部と、距離ｄ０で隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの間のベース路９５Ｐの一方の表層を電子が移動して電流が流れる。従って、ベース路９５Ｐの一方の表層側に限定して電流を流すことができる。

[0081] 従って、図４Ｂ（Ｃ）に示すようにベース路９５Ｐの一方の表面が伸びるように通電路９２を一方向に湾曲させると、隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの距離がｄ０からｄに広がる。本発明者らによる検証の結果、ベース路９５Ｐの両端間の抵抗値が増大し、湾曲状態を検知できる。即ち、本構造の通電路９２によれば、長手方向の伸縮（特に、伸長）、曲げ等による抵抗値変化の感度を高めることが可能となる。特に、ベース路９５Ｐの低抵抗部分通

電区９５Ｑ側表面（即ち、本図示の上側面）が凸となるように湾曲すると、低抵抗部分通電区９５Ｑ側が長手方向に伸びる結果、ベース路９５Ｐの両端間の抵抗値が増大しやすい。

[0082] なお、図４Ｂでは、第一通電路９３が、第一方向となる軸方向Ｊに延びて往復しつつ、周方向Ｓの一部範囲に拡がるように形成される場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば図４Ｃに示すように、通電路９２（第一通電路９３）が、第一方向となる軸方向Ｊに延びて往復しつつ、周方向Ｓの略全周に亘って形成されても良い。このようにすると、センサ構造付部材３０が様々な方向に曲がったり、振動（軸ずれ）したりする場合でも、単一の通電路９３でその挙動を検知できる。

[0083] 図５Ａに、雄ねじ体４０の他の構成例を示す。電気絶縁性の素材から成る雄ねじ体４０の軸部４４の外周面には、断面が非円形となるような凹部（平面）６０が形成される。この凹部（平面）６０は軸方向に延びており、そこに、通電路９２が直接形成される。ただし、雄ねじ体４０の素材外表面が導電性を有する場合には、電気絶縁層を介することが出来る。凹部６０は、中心軸線を境とした直径方向両側に配置される。このようにすると、例えば雄ねじ体４０の軸部４４に曲げモーメントが作用した場合、一方の軸方向通電路９２は圧縮力、他方の通電路９２には伸長力が作用するので、抵抗値に差が生じ得る。この差によって雄ねじ体４０に作用する曲げモーメントの変化を検知することができる。なお、ここでは軸部４４の軸方向全域に平面６０を形成する場合を例示したが、円筒部４４ａの領域に限って凹部（平面）６０を形成することも好ましい。

[0084] 図５Ｂに、雄ねじ体４０の他の構成例を示す。雄ねじ体４０の軸部４４の外周面には、通電路９２を画成する溝（凹部）９０Ａが形成される　図５Ｂ（Ｂ）に示すように、溝９０Ａの内周面には、下地層となる電気絶縁層９１が形成され、電気絶縁層９１の上に通電路９２が直接的に形成される。結果、通電路９２が、外部部材と接触しないで済むので、通電路９２の断線や剥離等を抑制できる上、対象部材である雄ねじ体４０の変形を直接計測するこ

とが可能となる。

[0085] 通電路９２の具体的な形成手順として、まず、図５Ｂ（Ｃ）に示すように、軸部４４の外周面全体に電気絶縁層９１を被膜形成し、図５Ｂ（Ｄ）に示すように、溝９０Ａの外にはみ出している電気絶縁層９１を除去してから、更に図５Ｂ（Ｅ）に示すように、軸部４４の外周面全体にベース路９５Ｐに用いる高抵抗値導電材を被膜形成することが出来る。その後、図５Ｂ（Ｆ）に示すように、溝９０Ａの外にはみ出しているベース路９５Ｐを除去すると共に、更に図５Ｂ（Ｇ）に示すように、ベース路９５Ｐ内に対して、エッチング処理等によって微細凹部９０Ｘを長手方向に間隔を存して連続形成する。次いで、図５Ｂ（Ｈ）に示すように、この微細凹部９０Ｘ内を含むように、低抵抗部分通電区９５Ｑに用いる低抵抗値導電材を被膜形成する。その後、図５Ｂ（Ｉ）に示すように、微細凹部９０Ｘから外にはみ出している低抵抗値導電材を除去することで、微細凹部９０Ｘ内に低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。結果、溝９０Ａ内に、電気絶縁層９１及び通電路９２を形成できる。

[0086] 図５Ｃに、雄ねじ体４０の他の構成例を示す。この雄ねじ体４０は、軸部４４におけるねじ部４４ｂに通電路９２が形成される。具体的には、図５Ｃ（Ａ）の部分拡大図に示すように、隣接する条２１１の間のねじ溝の底部（谷底）２１１ｕに沿って、電気絶縁層９１及び通電路９２を螺旋状に形成する。底部２１１ｕは、螺合する雌ねじ体７０のねじ山と間に隙間を有しているので、その隙間を有効活用して電気絶縁層９１及び通電路９２を形成すれば、雌ねじ体７０と干渉することはない。また、通電路９２は、ベース路９５Ｐの表面に複数の低抵抗部分通電区（導電片）９５Ｑが配置されて構成される。勿論、通電路９２を形成するために、ねじ溝の底部２１１ｕをより深く設定しておくことも好ましい。勿論、フランク面に通電路９２を形成してもよく、特に、フランク面表面から凹設した凹部に通電路９２を形成すれば、繰り返しの着脱や摩擦等によって通電路９２が断線することなく長期間に亘って安定的に測定することが出来て好適である。また、通電路９２表面に

耐摩耗性の高いトップコートを施せば、耐摩耗性を向上させることが可能となる。

[0087] ねじ溝に沿って螺旋状に通電路を形成することにより、通電路９２の一端９２ａは頭部４２側に位置し、他端９２ｂは軸部４４の先端側に位置する。従って、図５Ｃ（Ｂ）に示すように、通電路９２の一端９２ａは、頭部４２又は軸部４４に形成される貫通孔４９ａを経由して、内部空間４９まで延長される。他端９２ｂは、軸部収容空間４６を経由して内部空間４９に延長される。

[0088] 図５Ｄに、雄ねじ体４０の他の構成例を示す。この雄ねじ体４０は、軸部４４におけるねじ部４４ｂに、一対の通電路９２が形成される。具体的には、図５Ｄ（Ａ）の部分拡大図に示すように、隣接する条２１１の間のねじ溝の底部（谷底）２１１ｕに沿って、電気絶縁層９１及び一対の通電路９３ａ、９３ｂを螺旋状に形成する。一対の通電路９３ａ、９３ｂは、電気絶縁層９１が介在することで互いに離反している。

[0089] 図５Ｄ（Ｂ）に示すように、一対の通電路９３ａ、９３ｂにおける軸方向の先端側は、電気的に接続される。従って、この一対の通電路９３ａ、９３ｂは、螺旋状に往復する一本の通電路９２を構成する。従って、この通電路９２の一端９２ａと他端９２ｂを、頭部４２側に集約させることができる。結果、これらの両端９２ａ、９２ｂは、頭部４２又は軸部４４に形成される貫通孔４９ａを経由して、内部空間４９まで延長できる。勿論、軸部４４の先端側に両端９２ａ、９２ｂを集約しても良い。一対の通電路９３ａ、９３ｂは、それぞれ、ベース路９５Ｐの表面に複数の低抵抗部分通電区（導電片）９５Ｑが配置されて構成される。

[0090] 図５Ｅ（Ａ）に、雄ねじ体４０の他の構成例を示す。この雄ねじ体４０は、軸部４４におけるねじ部４４ｂに、長手方向に沿って通電路９２が形成される。具体的には、図５Ｅ（Ｂ）の拡大断面図に示すように、ねじ部４４ｂに対して、長手方向に延びる溝（凹部）９０Ａが形成され、この溝９０Ａの内周面には、下地層となる電気絶縁層の上に通電路９２が直接的に形成され

る。従って、通電路９２は、ねじ部４４ｂのねじ山を乗り越えるように延びるが、溝（凹部）９０Ａ内に形成されているので、雌ねじと螺合しても干渉することを回避できる。

[0091] ＜電気絶縁層や通電路の形成手法の提示＞

電気絶縁層９１や通電路９２の形成手法には様々存在するが、大きくは成膜法（勿論、通電路以外をマスキングして被服した上で導電性の層を成膜し、マスキングを除去することで通電路としたり、逆に通電路にも絶縁層を成膜することで通電路に電気絶縁層を形成したりすることをパターン形成と呼ぶことも可能である。）とパターン形成法がある。成膜法の代表的なものとして気相成膜法、液相成膜法などがある。また、パターン形成法の代表的なものとしては印刷法（例えばスクリーン印刷、転写、インク吹付け）、ペン等で書く、箔押しなどがある。

[0092] 気相成膜法は、真空蒸着（例えば抵抗加熱型真空蒸着、電子ビーム蒸着・クラスタービーム蒸着、フラッシュ蒸着）、イオンプレーティング（例えば高周波励起型イオンプレーティング、活性化反応性蒸着）、スパッタリング（例えば直流(DC)スパッタリング、高周波(RF)スパッタリング、平板型マグネトロンスパッタリング、デュアルイオンビームスパッタリング）、分子線エピタキシー(MBE)、パルスレーザデポジション等のPVD法(物理蒸着)や、熱CVD、プラズマCVD（PECVD)、有機金属気相堆積法（MOCVD)、クロライドCVD、光（化学反応）CVD、レーザCVD、原子層成長法（ALE)等のCVD法(化学蒸着)がある。

[0093] 液相成膜法には、めっき、塗布、ゾルゲル法、スピンコート法等がある。

[0094] なお、これらの成膜法は、パターンを形成することができない場合があるので、例えばレジストによってパターニングすることも可能である。例えば、フォトレジスト(フォトリソグラフィ)やスクリーン印刷等によってパターニングすれば、高精度且つ高密度なパターンを形成できる。レジストは、成膜法の種類によって適宜選択すればよいが、例えば、エッチングレジスト、ソルダーレジスト、めっきレジストなどがある。レジストを除去する際は、

例えば電気分解法等を用いる。

[0095] なお、ここでは特に図示しないが、通電路９２の外表面を更にカバー層で覆うこともできる。このカバー層は、電気絶縁層と同様の手法で形成すれば良い。

[0096] 図６Ａに基板５４の構成を示す。基板５４は、所謂ＲＦＩＤであり、アナログ回路及び／又はＩＣチップ等から構成されており、全ての処理を制御する中央演算処理装置となるＣＰＵと、一時的なデータを読み書きするための高速メモリＲＡＭと、プログラムを格納するために使用する読み出し専用メモリＲＯＭと、データを格納するために書き込み可能なメモリＥＰＲＯＭと、基板と外部の通信制御を行うインタフェースと、外部と無線通信したり、外部電波を利用して電力を供給したりするアンテナと、抵抗値検出部を有するように構成することが出来る。なお、本実施形態では、基板５４に加速度センサも設けられている。

[0097] 抵抗値検出部は、配線９７が接続されて、電圧値及び／又は電流値の計測による通電路９２の抵抗値を検出すると同時に、この値をデジタル情報（勿論、アナログ信号処理であってもよい。）に変換してＣＰＵに提供する。結果、抵抗値データはＥＰＲＯＭに格納される。

[0098] 加速度センサは、基板５４の振動や変位及び／又は変形等を検知して、雄ねじ体４０の変位量データを算出する。これにより、建造物１０の構造体が曲がったり、揺れたり、変形したりする動きを把握できる。変位量データは、ＥＰＲＯＭに格納される。勿論、通電路を歪みゲージとして活用する場合、この歪みゲージとしての通電路から得られる情報を、時間情報等と関連付けて加速度や速度データを生成することも可能である。なお、加速度センサとしては、一般的に知られている振動方式、光学的方式の他、静電容量型、ピエゾ抵抗型、ガス温度分布型等の半導体方式等の各種の方式を採り得る。

[0099] ＥＰＲＯＭに格納される抵抗値データや変位量データは、管理者が情報収集する随時タイミングや、定期的なタイミング或いは不定期なタイミングにより、アンテナを介して外部（情報収集装置１００）に送信される。勿論、

各種の取得データの送信は、有線方式か無線方式かは問わない上、アナログ信号方式であってもデジタル信号方式であってもよい。

[0100] ＲＯＭ又はＥＰＲＯＭには、この雄ねじ体４０の個体を識別するための情報（個体識別情報）が格納されており、情報収集装置１００側においては、個体識別情報に対応付けて、建造物１０の所在地（住所）、名称、構造体への設置場所等を登録しておく。これにより、各雄ねじ体４０を個別に管理することが出来る。なお、本実施形態では、この基板５４の一部は、ＩＣチップを利用した所謂ＲＦＩＤ技術を採用しているが、本発明はこれに限定されず、他の技術を用いてもよい。

[0101] ＜ブリッジ回路の構成＞

[0102] 通電路９２の結線は、必須ではないが、図６Ｂ及び図６Ｃに示すように、ブリッジ回路を用いることが出来る。このブリッジ回路の配線又は抵抗Ｒは、配線９７の途中及び／又は基板５４内に構成すればよく、入力電圧をＥ、出力電圧をｅとして、出力電圧の変化量から、歪み量を算出することができる。勿論、このブリッジ回路自体も測定対象であるセンサ構造付部材に対して直接的にパターン形成（パターニング）してもよい。

[0103] 図６Ｂ（Ａ）は、一つの通電路９２を用いる場合の一ゲージ法のブリッジ回路となる。図６Ｂ（Ｂ）は、二つの通電路９２を直列に配置して一ゲージとして用いる場合の二系列一ゲージ法のブリッジ回路となる。この二つの通電路９２は、例えば部材の表裏に同方向に配置して、曲げ成分を除去しながら、引張・圧縮成分を計測する場合などに用いられる。図６Ｂ（Ｃ）は、直列に配置される二つの通電路９２をセットにして、二セットを並列に配置した四ゲージ法のブリッジ回路となる。例えば、四個の通電路９２を、柱状部材の周方向の均等間隔となる四か所に、軸方向に沿って配置することで、引張・圧縮成分を検出する場合などに用いることが出来る。図６Ｂ（Ｄ）は二つの通電路９２を用いる場合の二ゲージ法のブリッジ回路となる。二ゲージ法では、二つの通電路９２の測定方向（伸縮方向）を異ならせて、それぞれの応力を測定する二ゲージ二アクティブ法や、二つの通電路９２の測定方向

（伸縮方向）を一緒にして、一方をダミーとして用いる二ゲージーアクティブーダミー法などで利用できる。

[0104] 図６Ｃ（Ａ）は二つの通電路９２をブリッジの対辺に結線する対辺二ゲージ法のブリッジ回路となる。例えば、二つの通電路９２を、部材の表裏に同方向に配置することで、曲げ成分を除去しながら、引張・圧縮成分を計測する場合などに用いることが出来る。図６Ｃ（Ｂ）は、四つの通電路９２をブリッジの各辺に結線する四ゲージ法のブリッジ回路となる。四つの通電路９２のうちの二つを円柱状部材の周方向に沿って配置し、他の二つを軸方向に配置することで、軸力を計測する場合等に用いることが出来る。この四ゲージ法は、トルク等や曲げ等を計測する際にも用いることができる。

[0105] なお、ここではホイートストンブリッジ回路を例示したが、その他のブリッジ回路として、ウィーンブリッジ発振回路、マクスウェルブリッジ交流回路、ヘビサイドブリッジ交流回路、ゾーベルネットワークブリッジ高周波回路、シェーリングブリッジ回路、カーレフォスタブリッジ交流回路、アンダーソンブリッジ回路等を用いてもよいが、直流としての利用では、ホイートストンブリッジ回路を選定するとよい。

[0106] 図７（Ａ）に情報収集装置１００のハード構成を示す。この情報収集装置１００は、所謂サーバであり、中央演算処理装置となるＣＰＵ、一時的なデータを読み書きするための高速メモリＲＡＭと、マザーボードプログラムを格納するために使用する読み出し専用メモリＲＯＭと、データを格納するために書き込み可能なハードディスクＨＤＤと、外部の通信制御を行うインタフェースと、雄ねじ体４０と無線通信するアンテナを有する。なお、このアンテナは、情報収集装置１００のハードウエアを構成するサーバ内に配置されている場合に限られず、各建造物１０の雄ねじ体４０の近辺に配置されたアンテナ或いは中継アンテナであっても良い。

[0107] 図７（Ｂ）に情報収集装置１００のプログラム構成を示す。情報収集装置１００は、情報整理部、情報分析部、アラーム表示部、メンテナンス履歴保持部を有する。情報整理部は、既に述べた雄ねじ体４０の個体識別情報に対

応付けて、建造物１０の名称、所在地（住所）、構造体の設置場所、設置方角、センサ構造付部材３０のサイズ、管理者（連絡先）等の他、各雄ねじ体４０から収集された抵抗値データ及び変位量データを時系列で蓄積する。

[0108] 情報分析部は、収集された抵抗値データ及び変位量データを解析し、異常判断を行う。異常判断は、例えば時間の推移に伴って異常な数値が現れていないかや、複数のセンサ構造付部材３０から収集されたデータに基づいて建造物１０の全体の力学バランスが崩れていないかなどを解析・判定することが出来る。アラーム表示部は、情報分析部が、その分析結果に異常データが含まれると判断した際に、オペレータにメンテナンスアラーム、アラートを出力（画面、文字、発光、音等によって通知）する処理を行うように構成してもよい。メンテナンス履歴保持部が、建造物１０のメンテナンス履歴を保存するようにしてもよい。

[0109] 特に本実施形態の情報分析部は、単一の雄ねじ体４０に含まれる複数の通電路９２の出力値を定期的に計測することで、例えば、一部の通電路９２の故障を把握できる。

[0110] 以上によれば、建造物１０の構造体中に複数のセンサ構造付部材３０を配設することで、センサ構造付部材３０に生じる歪み及び／又は変位（歪み情報から換算し得る各種情報やデータ）を検知することが可能となる。この検知結果は、情報収集装置１００によって、有線及び／又は無線で接続されて回収されるので、客観的なデータとして活用できる。また例えば、データ回収を自動化できると同時に、略リアルタイムに観測・収集することが可能となり、地震等が生じた際の建造物１０の変形量や歪み、内部応力変化等を把握できる。この状況に基づいて、メンテナンスの優先順位や、重要箇所を判断することもできるようになる。なお、通電路の電気抵抗値に紐付けられた歪みデータや応力データの取得は、加速度センサや振動計等の各種センサから取得される情報と異なり、測定対象物の加速度的変位や振動が納まった後の静止状態であっても、歪みの現在値情報（残留歪みを含む）や歪み履歴情報から、測定対象物の現在状態をより正確に把握することが可能となる。

[0111] 特に本実施形態のセンサ構造付部材３０は、通電路９２が印刷等によって直接形成されるので、剥離等が生じ難く、長期間（例えば数十年）に亘って安定して内部応力を把握できる。更に、一つのセンサ構造付部材３０に対して、複数の通電路９２が形成されるので、例えば、同一方向に配置される複数の通電路９２（詳細は後述）の出力が得られないなどと言った場合は、センサ構造付部材３０の該当箇所が損傷或いは破損したり、一方の通電路９２が断線したり、一部に損傷を受けたりして、障害が生じていると判断できる。結果、確認すべきカ所の特定が容易となり、更に確認すべき事項の明確化や事前対策の検討等が出来るようになり、素早くメンテナンスができる。また、一方の通電路９２が故障している間も、他方の通電路９２を用いて歪みを検出することができるので、この多重化構造によって、計測を長期間に亘って安定継続できる。

[0112] また、電気絶縁層９１も、印刷やスパッタリング等によって、部材表面に直接形成されるので、長期間（例えば数十年）に亘って剥離や脱落等が生じ難くなる。結果、この電気絶縁層９１の外表面に直接形成される通電路９２により、安定して内部応力を把握できる。

[0113] 更に本実施形態のセンサ構造付部材３０は、第一通電路９３と第二通電路９４を有するので、多方向の歪み、若しくは応力を同時に計測できる。従って、構造物１０に作用する外力や応力、応力分布等をより詳細に把握することが可能となり、分析することが可能となる。

[0114] なお、本実施形態ではセンサ構造付部材３０として雄ねじ体４０を採用したが、その締結方法は様々である。本計測システム１の目的からして、雄ねじ体４０が絶対的に緩まない構造であることが好ましい。

[0115] この構造について例示すると、例えば図８Ａには、雄ねじ体４０のねじ部４０ｂに、二種類の雄ねじ螺旋溝を形成することで、一方の螺旋溝と螺合する第一雌ねじ体７０Ａと、他方の螺旋溝と螺合する第二雌ねじ体７０Ｂを螺合させると同時に、両者の相対回転を防止する機構を組み込むことで、完全に緩まないセンサ構造付部材３０を構築することができる。この雄ねじ体４

０の円筒部４４ａに通電路９２を形成すればよい。

[0116] この雄ねじ体４０のねじ部４０ｂは、図８Ｂ（Ａ）又は図８Ｂ（Ｃ）に示すように、平面に展開した状態における外形が略菱形状を成す条２１１を、１８０°相当の位相差で軸方向に交互に形成する。また、方向の異なる通電路を絶縁層を介して積層してもよい。

[0117] 図８Ｂ（Ｂ）に示すように、略菱形条を成す条２１１は、一方の軸方向列を成す条２１１ａと、これと１８０°相当の位相差をもって軸方向列を成す他方の条２１１ｂを交互に備える。図８Ｂ（Ｂ）に示すように、この条２１１は、周方向に沿って中央が最も高く、周方向の両端が低くなるように稜線部が形作られて構成される。従って、ねじ部４０ｂの条２１１は、軸心（ねじ軸）に垂直となる面方向において、周方向に延びる略三日月状のねじ山及び／又は谷となり、一方側（図の左側）及び他方側（図の右側）に交互に配置される。この周条構造は、矢印Ａに示す第一螺旋溝と、この第一螺旋溝とリード方向が反対となる矢印Ｂに示す第二螺旋溝が、重畳された構造となる。結果、このねじ部４０ｂは、右ねじと成る第一雌ねじ体７０Ａと、左ねじと成る第二雌ねじ体７０Ｂの双方に対して螺合自在である。

[0118] このように、図８Ｂに示す雄ねじ体４０のねじ部４０ｂの構造を採用する場合、図８Ｃ（Ａ）に示すように、一方の螺旋溝と他方の螺旋溝の溝内に通電路９２を形成しても良い。このようにすると、一方の螺旋溝に沿って、通電路９２が軸方向の一方に進み（矢印Ａ参照）、他方の螺旋溝に沿って通電路９２が軸方向の他方に進む（矢印Ｂ参照）ことができるので、一本の連続する通電路９２で軸方向を往復することが可能となる。結果、通電路９２の両端を、頭部側又は軸端側に集中させることができる。

[0119] また更に、図８Ｃ（Ｂ）に示すように、一方の条２１１ａと他方の条２１１ｂの境界をジグザグ状に通電路９２を形成することもできる。この場合は、図８Ｃ（Ｂ）の図の表側の境界に位置するジグザグ状の通電路Ａと、同図の裏側の境界に位置するジグザグ状の通電路Ｂによって、軸方向に往復するようにしても良い。

[0120] 更にまた図８Ｃ（Ｃ）に示すように、軸方向に配列される一方の条２１１ａの略菱形形状の周囲をジグザグ状に進展する通電路９２を形成することもできる。このようにすると、一方のジグザグ状の通電路９２によって軸方向の一方の進み（矢印Ａ参照）、他方のジグザグ状の通電路９２によって軸方向の他方に進む（矢印Ｂ参照）ことができるので、一本の連続する通電路９２で軸方向を往復することが可能となる。この通電路９２は、８字形状の通電路９２が軸方向に連続する構造となる。

[0121] また例えば図９に示すように、ワッシャ１５０を利用して緩み止めを行う手法も採用できる。例えば、雄ねじ体４０の頭部４２の下部乃至付け根に相当する部位にねじ体側座部１２２を形成し、ワッシャ１５０の一方側（図９の上面側）に第一受部１６０を形成し、両者の間に、第一係合機構Ａを構成する。この第一係合機構Ａは、ラチェット機構等になっており、雄ねじ体４０を緩める方向に回転しようとすると互いに係合して、当該回転方向に対する第一受部１６０とねじ体側座部１２２との相対回転を防止する。

[0122] 更にワッシャ１５０の他方側（図９の下面側）には、第二受部１７０が形成される。この第二受部１７０は、建造物１０の構造体（支柱又は梁）１２、１４と対向する。構造体１２、１４には、ワッシャ１５０の第二受部１７０に対向する部材側座部１８２が孔として形成される。この部材側座部１８２と、ワッシャ１５０の第二受部１７０の間には、第二係合機構Ｂが構成される。具体的には、部材側座部１８２及び第二受部１７の外形が、軸心に対して非正円形状となっており、この第二係合機構Ｂは、少なくともワッシャ１５０が緩める方向に回転しようとすると、第二受部１７０と部材側座部１８２が互いに係合して、当該回転方向に対する第二受部１７０と部材側座部１８２との相対回転を防止する。この第一係合機構Ａと第二係合機構Ｂの作用により、雄ねじ体４０が緩み方向に回転しようとすると、ワッシャ１５０の介在によって、雄ねじ体４０と構造体１２、１４の相対回転が規制される。

[0123] この際、雄ねじ体４０の円筒部に通電路９２を形成しても良く、また、ワ

ッシャ１５０の第二受け部１７０に通電路９２を形成しても良く、ワッシャ１５０の外周面に通電路９２を形成しても良い。

[0124] 更に図１０に示すように、雌ねじ体７０とワッシャ５０を利用して緩み止めとすることもできる。雄ねじ体４０の軸部４４に、軸方向から視て断面非円形となる雄ねじ側連携領域８０を形成する。この雄ねじ側連携領域８０は、既に述べた平面６０を兼ねることもできる。

[0125] ワッシャ５０と雌ねじ体７０が互いに対向する面には、第一係合機構Ａが構成される。この第一係合機構Ａは、例えばラチェット機構となっており、少なくとも雌ねじ体７０が、螺合する雄ねじ体４０に対して緩まる方向に回転しようとすると、互いに係合して、当該回転方向に対する雄ねじ体４０とワッシャ５０の相対回転を防止する。ワッシャ５０の他方側はセンサ構造付部材１２、１４と対向する。

[0126] ワッシャ５０における雄ねじ体の貫通孔８２は、軸方向から視た場合に非正円形となっている。従って、この貫通孔８２は、雄ねじ体４０の雄ねじ側連携領域８０に対して周方向に係合する（これを補助係合機構Ｂと定義する）。

[0127] 以上の通り、第一係合機構Ａ及び補助係合機構Ｂによって、雌ねじ体７０が緩むことができない構造にすることができる。

[0128] この際、雄ねじ体４０の軸部４４に通電路９２を形成しても良く、雌ねじ体７０の外周面や、雌ねじ部の溝内に通電路９２を形成しも良く、ワッシャ１５０の座面に通電路９２を形成しても良い。

[0129] また、上記実施形態では、部材となる雄ねじ体４０に通電路９２を形成する場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば図１１（Ａ）に示す金属や強化樹脂等のプレート材３００に対して、通電路９２を形成することもできる。プレート材３００には、少なくとも二か所に、ボルトやリベット、溶接等によって相手部材に接合するための係合部３０２が形成される。従って、このプレート材３００は、相手部材の変形に連動して、伸長、収縮、ねじれ等が生じる。このプレート材３００には、第一方向Ｘに往復する

第一通電路９３が複数（ここでは、四個）、マトリクス状に配置される。具体的には、第一方向Ｘに離れた複数と、第一方向Ｘと直角となる第二方向Ｙに離れた複数個所によって構成される格子状に配置される。このように、第一通電路９３をマトリクス状に配置すると、各第一通電路９３の出力の差分から、プレート材３００の第一方向Ｘを軸とするねじれ（矢印Ｐ参照）に関しても検知することが可能となる。また、第一方向Ｘの応力に関しては、第一通電路９３の一部が故障しても、他の第一通電路９３で検知できる。

[0130] 例えば図１１（Ｂ）に示すプレート材３００のように、第一方向Ｘに往復する第一通電路９３を複数（ここでは、二個）、第二方向Ｙに往復する第二通電路９４を複数（ここでは、二個）、マトリクス状に配置しても良い。第一通電路９３は、第二方向Ｙに離れた場所に一対配置される。第二通電路９４は、第一通電路９３に対して第一方向Ｘに離れた場所で、かつ、互いに第二方向Ｙに離れた場所に一対配置される。プレート材３００には、両端近傍において、第二方向Ｙに離れた箇所に一対の係合孔３０２が形成される。このようにすると、第一方向Ｘの伸縮に加えて、第二方向Ｙの伸縮を検出することが可能となる。なお、第一方向Ｘと第二方向Ｙの双方に直角となる第三方向Ｚ回りの曲げモーメント（矢印Ｑ参照）についても、検知することができる。

[0131] また例えば図１１（Ｃ）に示すプレート材３００のように、第一方向Ｘに往復する第一通電路９３を複数（ここでは、二個）、第二方向Ｙに往復する第二通電路９４を複数（ここでは、二個）を、互いに千鳥状態でマトリクス状に配置しても良い。具体的には、第一通電路９３は、第一方向Ｘ且つ第二方向Ｙに離れた場所に一対配置される。第二通電路９４も、第一方向Ｘ且つ第二方向Ｙに離れた場所に一対配置される。このようにすると、第一方向Ｘの伸縮、第二方向Ｙの伸縮、第一方向Ｘを軸とするねじれ（矢印Ｐ参照）、第二方向Ｙを軸とするねじれ（図示省略）、第一方向Ｘと第二方向Ｙの双方に直角となる第三方向Ｚ回りの曲げモーメント（矢印Ｑ参照）等、様々応力を検知できる。

[0132] これらのセンサ構造付部材（プレート材３００）は、例えば図１２に示すように、ボルトによって鋼材等に締結する際に、接続プレートとして活用できる。従って、これらの複数のプレート材３００を、様々な方向に沿って配置することで、より多様な応力計測を実現できる。

[0133] なお、本発明のセンサ構造付部材は、上記実施形態で示した部材に限定されない。以下、様々な観点から、本発明が適用され得る部材を提示する。なお、本発明が適用されるのは、ここで提示する部材に限られず、その他の部材に適用可能であることは言うまでもない。

[0134] ＜素材の観点からの部材提示＞

部材の素材には金属、非金属を含む。金属には、アルミ、銅、銀、金、鉄、ニッケル、タングステン、チタン、亜鉛等の純物質系やそれらを成分に含んで成る混合物や化合物、例えば、真鍮、ステンレス、マグネシウム合金等の合金等を含む。非金属には、非金属には、木、プラスチック、紙、難燃処理した木、合板、ガラス、セラミック、陶器、磁器、ゴム、天然樹脂、合成樹脂、コンクリート、アスファルト等を含み、またこれらの複合材料を含む。

[0135] 鉄系の金属には、鋼（炭素量＜0.02%）、鋳鉄（炭素量＞2.14%）等を含む。鋼には、一般構造用圧延鋼材（SS）、溶接構造用圧延鋼材（SM）、冷間圧延鋼材（SPCC）等の普通鋼や、機械構造用合金鋼、工具鋼、特殊用途鋼等の特殊鋼を含む。機械構造用合金鋼炭素鋼は、クロム鋼（SCr）、ニッケルクロム鋼（SNC）等の合金鋼を含み、工具鋼は炭素工具鋼（SK）、合金工具鋼（SKD）、高速度工具鋼（SKH）を含み、特殊用途鋼は低合金系のバネ鋼（SUP）、軸受け鋼（SUJ）、快削鋼（SUM）、高合金系のステンレス鋼（SUS）、耐熱鋼（SUH）、高マンガン鋼を含む。鋳鉄は、ねずみ鋳鉄（FC）、球状黒鉛鋳鉄（FCD）を含む。

[0136] 非鉄系の金属には、アルミニウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、リチウムチタン等の軽金属、銅、スズ、亜鉛、鉛等のベースメタル、ニッケル、クロム、マンガン、モリブデン、タングステン、ビスマス、カドミニウム、コバルト等のレアメタル、セリウム、ネオジム、プラセ

オジム等のレアアース、金、銀、白金等の貴金属、ウラン、プルトニウム等の放射性金属が含まれ、またそれらを成分とする合金も含まれる。

[0137] 木には、ツバキ、タブノキ、クスノキ、モミ、トウヒその他の常緑樹、カエデ、サクラ、カラマツ、ブナ、ミズナラその他の落葉樹を含み、またそれらの他、合板や集成材、樹脂複合材、樹脂強化や難燃処理を施した特殊仕様の木等も含まれる。

[0138] プラスチック（合成樹脂）には、フェノール樹脂（PF)、エポキシ樹脂（EP)、メラミン樹脂（MF)、尿素樹脂（ユリア樹脂、UF）、不飽和ポリエステル樹脂（UP)、アルキド樹脂、ポリウレタン(PUR)、熱硬化性ポリイミド(PI)等の熱硬化性樹脂、ポリエチレン（PE)、高密度ポリエチレン(HDPE)、中密度ポリエチレン(MDPE)、低密度ポリエチレン(LDPE)、ポリプロピレン（PP)、ポリ塩化ビニル（PVC)、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン（PS)、ポリ酢酸ビニル（PVAc)、ポリウレタン(PUR)、テフロン（登録商標）（ポリテトラフルオロエチレン、PTFE）、ABS樹脂（アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂）、AS樹脂、アクリル樹脂（PMMA)等の熱可塑性樹脂（汎用プラスチック）、各種ナイロン即ちポリアミド(PA)、ポリアセタール(POM)、ポリカーボネート(PC)、変性ポリフェニレンエーテル（m-PPE、変性PPE、PPO）、ポリエチレンテレフタレート（PET)、グラスファイバー強化ポリエチレンテレフタレート（GF-PET)、ポリブチレンテレフタレート（PBT)を含むポリエステル、環状ポリオレフィン（COP)等の熱可塑性樹脂（エンジニアリング・プラスチック）、ポリフェニレンスルファイド（PPS)、ポリサルフォン（PSF)、ポリエーテルサルフォン（PES）(Polyethersulfone）、非晶ポリアリレート（PAR)、液晶ポリマー（LCP)、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK)、熱可塑性ポリイミド（PI)、ポリアミドイミド（PAI）(Polyamide-imide）等の熱可塑性樹脂（スーパーエンジニアリングプラスチック）等を含み、またこれらの複合物であるポリマーアロイを含み、また、ガラス繊維、炭素繊維、ケイ素繊維、アラミド繊維、金属繊維等の強化材を混合して成る所謂ＦＲＰや各種の強化材料を含む。

[0139] 紙には、アサ、カジノキ、ガンピ、コウゾ、 マユミ、ミツマタ、竹、藁（稲わら、麦わら）、亜麻、木綿、サトウキビインド、マニラアサ、ケナフ、バナナ、アブラヤシ、その他の非木材植物の紙原料からなるものや、広葉樹、針葉樹、木材チップ、古紙、再生紙、その他の木材の紙原料から成るものを含み、樹脂強化や難燃処理を施した特殊仕様の紙類を含む。

[0140] 難燃材料には、難燃処理木、難燃合板、難燃繊維板、難燃プラスチック板を含む。合板は、構造用合板、コンクリート型枠用合板（コンパネ）、普通合板、難燃合板、化粧合板、湾曲合板を含む。

[0141] ガラスは、ソーダ石灰ガラス、カリガラス、クリスタルガラス、石英ガラス、偏光ガラス、複層ガラス（エコガラス）、強化ガラス、合わせガラス、耐熱ガラス・硼珪酸ガラス、防弾ガラス、 ガラス繊維、表面に酸化チタン層を設けたり、極微細凹凸構造を形成するなどして構成される物を含む所謂光触媒クリーニングガラスや水ガラス、ウランガラス、アクリルガラス、ダイクロ、ゴールドストーン・茶金石・砂金石・紫金石、ガラスセラミックス、低融点ガラス、金属ガラス、サフィレット、分相ガラス、多孔質ガラス、リキッドガラスまたは液体ガラス、ハイブリッドガラス、有機ガラス、鉛ガラスを含む。

[0142] セラミックは、酸化物系、水酸化物系、炭化物系、炭酸塩系、窒化物系、ハロゲン化物系、リン酸塩系等の元素系セラミック、チタン酸バリウム、高温超伝導セラミックス、 窒化ホウ素、フェライト、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、ステアタイト、酸化亜鉛、ジルコニア等のファインセラミックスを含む。

[0143] 陶磁器は、土器、せっ器（例えば半磁器、焼締め）、陶器、磁器を含む。

[0144] 合成ゴムは、ブタジエンゴム（BR）、スチレン・ブタジエンゴム（SBR）、クロロプレンゴム（CR）、ニトリルゴム（NBR）、ポリイソブチレン（ブチルゴム IIR）等のRグループ（天然ゴムを除く）、エチレンプロピレンゴム（EPM, EPDM）、クロロスルホン化ポリエチレン（CSM）、アクリルゴム（ACM）、フッ素ゴム（FKM）等のMグループ、エピクロルヒドリンゴム（CO, ECO）等の

Oグループ、ウレタンゴム（U）等のUグループ、シリコーンゴム（Q）等のQグループを含む。

[0145] コンクリートは、普通コンクリート、高強度コンクリート、早強コンクリート、遮蔽コンクリート、軽量コンクリート、緑化コンクリート、水密コンクリート、補強コンクリート等を含む。補強コンクリートには、鉄筋コンクリート、竹筋コンクリート、コンクリート充填鋼管構造(CFT)、スチール繊維補強コンクリート(SFRC)、ガラス繊維補強コンクリート(GFRC, GRC)、炭素繊維補強コンクリート(CFRC)、ローマンコンクリートに代表される所謂古代コンクリートを含む。

[0146] アスファルトは、ストレート・アスファルト（straight asphalt）、ブローン・アスファルト（blown asphalt）、防水工事用・アスファルト、舗装用改質アスファルト等を含む。

[0147] ＜用途の観点からの部材提示＞

部材の用途には、乗物（移動手段）、建造物（建築物）、家電機器、農業機械、建設機械（一般建設機械や特殊建設機械を含む）、工作機械等の機械類等を含む。

[0148] 乗物又は移動体は、有人移動若しくは無人移動を含め、陸用として、多輪乗物と無輪乗物を含む。四輪以上の多輪乗物には、トラック、バス、消防車、はしご車、ポンプ車、トレーラー、タンクローリー、ミキサー車、クレーン車、路面清掃車、バキュームカー、牽引車、除雪車、電車、モノレール、新幹線、路面電車、機関車、ケーブルカー、装甲車、戦車等を含み、四輪乗物には、自動車、パトカー、救急車、キャンピングカー等を含み、三輪乗物には三輪車、自動三輪車を含み、二輪乗物には、オートバイ、スクーター、自転車、電動アシスト自転車、車椅子、ベビーカー、人力車等を含み、一輪乗物には、一輪車を含む。無輪乗物は、リニアモーターカー、ホバークラフト、エレベータ、エスカレーター、リフト、ゴンドラ、ロープウェイ、観覧車、メリーゴーランド、ブランコ、シーソー等を含む。その他の車輪付乗物には、ホイール・ローダ、タイヤ・ローラ、ロード・ローラ、グレーダ、ア

スファルト・フィニッシャ、モータ・スイーパ、ダンプカー、ホイール・クレーン、フォークリフト、ストラドル・キャリヤ、ターレット式構内運搬車、農耕トラクタ、農業用薬剤散布車、刈取脱穀作業車、田植機、コンバイン、ショベルカー、バックホー、ローディングショベル、スノーモービル、ローラースケート、ローラーシューズ、スケートボード、キックボード、スキー、スノーボード、スケートシューズ等を含む。空用乗物又は移動体は、有人飛行若しくは無人飛行を問わず、気球、飛行船等の軽飛行機、飛行機、回転翼飛行機、グライダー、ヘリコプター、ドローン、ロケット、垂直離着陸機等の重飛行機を含む。海用乗物は、船ボート、ヨット、船舶客船、客船、貨客船、貨物船、タンカー、漁船、軍艦、潜水艦等を含む。また、乗物に用いられる部品としては、モノコック、ボディシェル、ボンネット、ドア、テールゲート、フロントフェンダー、ラジエーターグリル、バンパー、メーター、ヒーター、ウインドシールドグラス、ドアウインドグラス、エンジン、ラジエーター、マフラー、ブレーキペダル、アクセルペダル、クラッチペダル、シート、エグゾーストパイプ、テールランプ、ヘッドランプ、ホイール、タイヤ、線路、プロペラ、タンク、シリンダ、ピストン、アクチュエータ、ダンパ、リニアガイド、ベアリング、シャーシ、シャフト等を含む。

[0149] 建造物には、建物と土木建造物（工作物）を含む。建物は住居、商業施設、公共施設、文化施設、教育施設、医療施設、娯楽施設、交通施設、工業施設、宗教施設、軍事施設、プラント施設を含む。建物は更に、戸建住宅、連棟住宅（テラスハウス）、集合住宅、共同住宅、シェアハウス、オフィスビル、教会、修道院、寺院、神社、城、宮殿、御所、庭園、公園、病院、診療所、駅、駅舎、空港、官公庁宿舎、官公庁舎、警察署、消防署、交番、競技場、球場、運動場、プール、学校、体育館、劇場、映画館、演舞場、演芸場、観覧場、公会堂、集会場、ホテル、旅館、工場、倉庫、物流倉庫、ロジスティクスセンター、下宿、寄宿舎、児童福祉施設、助産所、身体障害者更生支援施設、精神障害者社会復帰施設、保護施設、婦人保護施設、知的障害者援護施設、老人福祉施設、有料老人ホーム、特別養護老人ホーム、デイサー

ビスセンター、母子保健施設、映画館、博物館、美術館、図書館、公衆便所、スポーツ練習場、ボウリング場、スキー場、百貨店、スーパーマーケット、雑貨屋、展示場、キャバレー、カフェ、ナイトクラブ、バー、ダンスホール、遊技場、公衆浴場、待合室、料理店、飲食店、店舗、自動車車庫、自動車修理工場、映画スタジオ、テレビスタジオ等を含む。

[0150] 土木建造物（工作物）は橋梁、金属構造物、鉄道、道路、港湾、海岸、河川、発電施設や発電設備、ダム、トンネル、土地改良建造物、防災建造物、農業土木建造物を含む。橋梁は、桁橋、斜張橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、吊橋を含み、金属構造物は、塔状構造物、貯蔵用構造物、水門・閘門、水圧鉄管、合成構造物、上水道、下水道、ガスや石油等の配送用途の物を含む各種のパイプラインを含み、鉄道は、線路、軌道構造、路盤、鉄道停車場、信号・保安・通信設備、高速鉄道、特殊鉄道、索道、市街鉄道を含み、道路は、路床・路盤、舗装、アスファルト系舗装、コンクリート系舗装、砂利道、防じん処理道等を含み、港湾は、泊地、防波堤、護岸、突堤、埠頭、岸壁、桟橋、上屋、荷役・陸上設備、船車連絡設備、漁港、航路標識等を含み、海岸は海岸構造物を含み、河川は堤防・護岸、砂防、河川構造物、運河を含み、発電施設や設備は取水設備、貯水池、調整池、原子力発電所、火力発電所、水力発電所、潮力発電、地熱発電、波力発電、風力発電を含み、ダムは重力ダム、フィルタイプダム、アーチダムを含み、トンネルはトンネル構造物を含み、土地改良構造物は、土地造成、干拓、浚渫、かんがい、排水、開墾、客土を含む。

[0151] また、建造物で用いられる部材は、自然石、人造石、砕石を含む石類、木材、プレカット材、無垢材、機械等級製材、目視等級製材、無等級製材、甲種構造材、乙種構造材、集成材、エンジニアリングウッド、構造用集成材、合板、木質製品、樹脂製品、金属製品、鋼材、鋼板、鉄骨、有機系材料、塗装材料、防水材料、セメントペースト、のろ、モルタル、コンクリート、タイル、磁器質タイル、せっ器質タイル、陶器質タイル、畳、軽量気泡コンクリート、コンパネ、耐水合板、石膏ボード、耐火ボード、珪酸カルシウム板

、断熱材、グラスウール、ロックウール、硬質ウレタンフォーム、スタイロフォーム、フェノールフォーム、ポリスチレンフォーム、セルロースファイバー、プレストレストコンクリート、プレキャストコンクリート、水中コンクリート、ポリマーコンクリート、レジンコンクリート、マスコンクリート、膨張コンクリート、低収縮コンクリート、無収縮コンクリートを含む。

[0152] 建造物の部位は、構造材、締結部材、仕上げ材、下地材、内装材、外装材、面材、保温材、基礎、土台、壁、柱（通柱、管柱、隅柱、添え柱、大黒柱）、梁（小屋梁、火打梁、丸太梁、登り梁）、屋根、天井、床、階段、束、小屋束、窓、窓ガラス、窓枠、ドア、ドア枠、扉、棚、巾木、框（上り框）、化粧柱、床の間、床框、床板、床柱、欄間、鴨居、付鴨居、胴差、火打梁、筋交い、貫、間柱、束、軒、軒天井、野縁、ひさし、とい、フローリング、カーペット、クッションフロア、クロス、壁紙、障子、障子紙、サイディング、エキスパンションジョイント、瓦、セメント瓦、スレート瓦、コロニアル、波板鋼板、手摺を含む。

[0153] 建造物の各部材が実現する構造は、石積、レンガ造、木造、木質構造、土蔵構造、鉄骨造（S造）、軽量鉄骨造（LGS）、重量鉄骨造、無筋コンクリート造、鉄筋コンクリート造（RC造）、鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造）、コンクリート充填鋼管構造、コンクリートブロック造（CB造）、補強コンクリートブロック造、鋼・コンクリート合成構造、プレストレストコンクリート構造（PC）、膜構造、壁構造、架構構造、組積造、空気膜構造（一重膜）、空気膜構造（二重膜）、空気膜構造（エアービーム）、純ラーメン構造、有壁ラーメン、筋違付きラーメン、ブレース構造、コア構造、チューブ構造、トラス構造、ボールト構造、シェル構造、ケーブル（吊り）構造、ピン構造、スペースフレーム、アーチ、ドームシェル、耐震構造、免震構造、制振構造、剛構造、柔構造、断震構造を含む。

[0154] 建造物の工法は、組積式、軸組式、パネル式、木質パネル構法、吊り式、枠組構法、丸太組構法、重量鉄骨構造、軽量鉄骨構造、平面トラス、立体トラスを含む。

[0155] 建造物の形式は、平屋、低層、中層、高層、超高層、塔等を含む。

[0156] 家電機器は、テレビ、プロジェクター等の映像機器（表示装置）、ビデオテープレコーダー、DVDレコーダー、Blue-rayDiscレコーダー、HDDレコーダー、DVDプレイヤー、Blue-rayDiscプレイヤー等の映像機器（記録・再生装置）、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の映像機器（撮影装置）、ワイヤーレコーダー、テープレコーダー、ミニディスクレコーダー、ラジカセ、ICレコーダー等の音響機器（録音・再生装置）、アナログプレーヤー、CDプレイヤー、アンプ、ラジオ等の音響機器（再生装置）、スピーカー、ヘッドホン等の音響機器（再現装置）、白物家電、情報家電等を含む。

[0157] 所謂白物家電等を含む電化製品は、洗濯機、掃除機、アイロン、ミシン、布団乾燥機、毛玉取り機、衣類乾燥機、ハンガースチーマー、ズボンプレッサー、くつ乾燥機、タオルヒーター、裁縫こて、オーブンレンジ・電子レンジ、炊飯器、ミキサー・フードプロセッサー、ガステーブル・コンロ、トースター、IH調理器、ホットプレート・グリル鍋、ホームベーカリー・製パン用具、卓上調理器具、湯沸かし器、揚げ物、電気圧力鍋・電気煮込み鍋、フィッシュロースター、スチームクッカー、スープメーカー・豆乳メーカー、もちつき機、ドライフードメーカー、冷蔵庫・冷凍庫、ケトル・ポット、コーヒーメーカー、浄水器、食器洗い乾燥機、食器乾燥器、炭酸水メーカー、整水器、お茶メーカー、生ゴミ処理機、カプセル式ティーマシン、タオル蒸し器・温蔵庫、暖房器具、空気清浄機、エアコン、加湿器、除湿機、扇風機、イオン発生機、サーキュレーター、浴室乾燥機、冷風扇、ドライヤー、ヘアアイロン、電動バリカン、電気髭剃り、ホットカーラー、美顔器、マイクロスコープ、電動歯ブラシ、口腔洗浄器、ステインクリーナー、アルコールチェッカー、ブレスチェッカー、脱毛器、光脱毛器、レーザー脱毛器、高周波脱毛器、電動角質リムーバー、デスクスタンド、玄関用照明、シーリング照明、インテリアスタンド、スポットライト、スライド照明、シーリングファン、シャンデリア、施設・屋外用照明、浴室用照明、ダウンライト、ブラックライト、ブラケットライト、フットライト、ガーデンライト、誘導灯、

マッサージ機器、ヘルスケア・計測、温水洗浄便座、電気・低周波治療器、補聴器、電子タバコ、吸入器、鼻洗浄器、酸素エアチャージャー、家庭用紫外線治療器、温熱治療器、電球・蛍光灯、LED電球、直管蛍光灯、電球形蛍光灯、白熱電球、丸形蛍光灯（FCL）、LED蛍光灯、丸形スリム蛍光灯（FHC）、コンパクト形蛍光灯、ハロゲン電球、点灯管（グロー球）、二重環形蛍光灯（FHD）、豆球、電子点灯管、HIDランプ、電球口金形スリム蛍光灯（EFC）、角形スリム蛍光灯（FHG）、保温電球、電話機・ファックス、電話機、ファックス、複合型ファックス、増設子機、人感センサー付LED電球、一般電球タイプ（LED電球）を含む。

[0158] 情報家電は、パーソナルコンピュータ、ディスプレイ、キーボード、マウス、プリンター、３Dプリンター、タブレット、USBメモリー、外付けHDD、カードリーダー、ファクシミリ、携帯電話、スマートフォン、携帯ゲーム、家庭用ゲーム機、知育玩具を含む。

[0159] 農業機械は、トラクター等の汎用的な農業機械、プラウ（すき）、ハロー、ローラー、ロータリー耕耘機、代かき機、鎮圧機、均平機、うね立機、みぞ切り機等の耕耘・整地に用いる農業機械、抜根機、心土破砕機、みぞ掘り機、モールドレイナ（暗渠せん孔機）、穴掘機、バックホー等の耕土・造成・改良に用いる農業機械、マニュアスプレッダー（たい肥散布機）、スラリースプレッダー、ライムソーワー（石灰散布機）、プランタ（点播機）、施肥播種機等の施肥に用いる機械、田植機、野菜移植機、トランスプランタ（移植機）、散播機等の播種・移植に用いる農業機械、噴霧機、動力噴霧機、ミスト機、散粉機、動力散粉機、散粒機、動力散粒機、煙霧機、航空散布機・ヘリコプター（航空防除）、土壌消毒機、刈払機、管理機、スピードスプレーヤー、凍霜害防除機、中耕除草機、シンナ（間引機）、動力ポンプ、スプリンクラー（潅水装置）等の防除・管理に用いる農業機械、バインダー、コンバイン、野菜収穫機、モーアー、ヘイベーラー、ロールベーラー、ウィンドローワ、脱穀機、ビーンカッター（豆類収穫機）、とうもろこし収穫機、コーンシェラ、ばれいしょ収穫機、ビート収穫機、甘藷堀取り機、甘藷つ

る切り機、さとうきび収穫機、らっかせい収穫機、亜麻収穫機、たまねぎ堀取り機、栗用脱穀機、らっかせい脱穀機、摘採機、条桑刈取機、特用作物堀取り機、振動収穫機、ホップ摘花機等の収穫に用いる農業機械、乾燥機、籾すり機、選別機、精米機、牧草乾燥機、鶏糞乾燥機、特用作物乾燥機、精穀機、ディスクモアー、モアーコンディショナー、テッダー、レーキ、フォレージハーベスター、ヘーベーラ、ヘープレス、ロードワゴン、ヘーローダ、ベールローダー、飼料さい断機、フォレージブローワ、サイレージアンローダー、飼料粉砕機、フィードチョッパー、ルートカッター、飼料配合機、飼料成形機等の収穫物の乾燥と調製に用いる農業機械、自動給餌機、搾乳機械、牛乳冷却機、給水機、温水機、尿散布機、畜舎清掃機、固液分離機、糞尿処理装置、保温機、エッグリフター、洗卵選別機、畜舎消毒機等の家畜の管理に用いる農業機械、稚蚕共同飼育濕温調整装置、動力ざ桑機、稚蚕用自動飼育装置、壮蚕用自動飼育装置、条ばらい機、収けん機、まゆ毛羽取り機等の育蚕に用いる農業機械、マルチャ、磔耕栽培装置、ハウス暖房機、蔬菜洗浄機、深層施肥機、動力剪定機、ツリータワー、果樹園用ロータリーカッター、選果機、樹園地内運搬用機、管理機等の蔬菜果樹園芸（畑作）に用いる農業機械、蒸し機、粗じゅう機、じゅうねん機、中じゅう機、精じゅう機等の製茶に用いる農業機械、剪枝機、ラミー剥皮機、い草選別機、チューリップ選別機、らっかせい脱皮機等の花卉特用作物に用いる農業機械、刈払機、チェーンソー、集材機等の林業に用いる農業機械、トレーラー、穀物用搬送機、フロントローダー等の運搬搬送に用いる農業機械等を含む。

[0160] 一般建設機械は、ブルドーザ、リッパドーザ（リッパ付ブルドーザ）、スクレイプドーザ、被けん引式スクレイパー、モータスクレイパー等のブルドーザ・スクレイパー、油圧ショベル（ユンボ、バックホー、パワーショベル）、ドラグライン、クラムシェル、泥上掘削機、トラクタショベル、ホイールローダー、トレンチャ、バケットホイールエクスカベーター等の掘削機・積み込み機、トラック、ダンプトラック、クレーン装置付トラック、トレーラー、機関車、ズリ鋼車、シャトルカー、不整地運搬車（特装運搬車）、シ

ョベルローダー、フォークローダー、総輪駆動車、ベルトコンベア、バケットホイールエクスカベーター等の運搬機械、クローラークレーン、トラッククレーン、ホイールクレーン（オールテレーンクレーン、ラフテレーンクレーン）、タワークレーン、ジブクレーン、鉄道クレーン、浮きクレーン、パイプレイヤ、建設用リフト、エレベータ、門型クレーン、フォークリフト、ストラドルキャリア、コンテナキャリア、トップリフタ、クランプリフト、高所作業車（リフト車）、コンクリート床仕上げロボット、玉掛け外しロボット、アンローダー等のクレーン・荷役機械、杭打ち機、ディーゼルハンマ、油圧ハンマ、バイブロハンマ、ウォータージェット（ウォータージェットカッタ）、アースオーガ、アースオーガ中掘り機、モンケン、油圧式鋼管圧入引き抜き機、サンドパイル打ち機、粉体噴射攪拌機、オールケーシング掘削機、穴掘建柱車、アースドリル、リバースサーキュレーションドリル、地下連続壁施工機、泥排水処理設備（アルカリ水中和装置、汚泥吸排車（バキュームカー）含む）、グラウトポンプ、グラウトミキサ（モルタルプラント含む）、ニューマチックケーソン施工機器、深層混合処理機、高圧噴射攪拌用地盤改良機、薬液注入施工機器、深礎工用機械（ロータリー吹き付け機、水中切断機等）、杭抜き機等の基礎工事用機械、ボーリングマシン、ダウンザホールハンマ、さく岩機（ハンドハンマ、レッグハンマ、ドリフタ、ピックハンマ、ベビーハンマ、リベッティングハンマ、チッピングハンマ、コーキングハンマ、スケーリングハンマ、サンドランマ、コンクリートブレーカ、大型ブレーカ等）、ドリルジャンボ、クローラドリル、トンネル掘削機・切削機、グラブホッパ、グラブリフタ、トンネル施工機器、シールド工事用機器等のせん孔機械・トンネル工事用機械、モータグレーダ、スタビライザ、ミキシングプラント、超軟弱地盤用混合機等のモータグレーダ・路盤用機械、ロードローラー（マカダムローラ、タンデムローラ）、タイヤローラ、タンピングローラ、振動ローラ、タンパ、ランマ、振動コンパクタ等の締固め機械、コンクリートプラント、トラックミキサ（アジテータトラック）、コンクリートポンプ車、コンクリートポンプ、コンクリートプレーサ、スク

リュークリート、アジテータカー、コンクリート圧砕機等のコンクリート機械、アスファルトプラント、リサイクルプラント、アスファルトフィニッシャ、アスファルトケットル、ディストリビュータ、チップスプレッダ、アスファルトクッカ、コンクリートスプレッダ、コンクリートフィニッシャ、コンクリートレベラ（コンクリート縦仕上げ機）、コンクリート簡易仕上げ機、コンクリート横取り機、振動目地切り機、コンクリートカッタ、インナーバイブレータ、アスファルトエンジンスプレーヤ、アスファルトカーバ、ジョイントシーラ、プレーサスプレッタ、スリップフォームベーパ、キュアリングマシン等の舗装機械、路面ヒータ、ジョイントクリーナ、路面清掃車、ラインマーカ、溶解槽、区画線消去機、路面切削機、路上表層再生機、ガードレール清掃車、路面安全溝切削機（グルービング機）、散水車、ガードレール支柱打ち込み機、区画線施工機、床版上面増厚機、マイクロサーフェースマシン、排水性舗装機能回復機等の道路維持用機械、空気圧縮機（コンプレッサ）、送風機（ファン）等の空気圧縮機・送風機、小型うず巻きポンプ、小型多段遠心ポンプ（タービンポンプ）、深井戸用水中モータポンプ、真空ポンプ、工事用水中モータポンプ（潜水ポンプ）、水中サンドポンプ（攪拌装置付工事用水中ポンプ）、スラリーポンプ等のポンプ、変圧器（トランス）、高圧気中開閉器、キュービクル式高圧受変電設備、発動発電機等の電気機器、ウインチ、ホイスト、チェーンブロック等のウインチ、トラックスケール、計量器、コア採取器（コアボーリングマシン）、CBR試験器、平板載荷試験装置、グラウト流量・圧力測定装置、ガス検知器、騒音計、振動計測機器、沈下・傾斜測定機器、粉塵計、濁度計、自動測量装置、光波測定器等の試験測定機器、架設桁、ベント、門型クレーン、ホイスト、チェーンブロック、ギヤードトロリー、ウインチ、ジャッキ、油圧ポンプ、重量台車、送り出し装置、鉄塔、キャリア、サドル、バックステイ調整装置、ケーブル定着装置、ターンバックル、ロープハンガ、アンリーラー、送り出し装置、横取り装置、降下装置、トラベラクレーン、桁吊り装置、桁吊り門構え移動装置、ターンテーブル、移動支保、地覆高欄作業車等の鋼橋・PC橋 架設用仮設

備機器、コンクリートミキサ、骨材計量器、コンクリートバケット、コンクリートバイブレータ、コンクリート破砕器、ジョークラッシャ、インパクトクラッシャ、溶接機、溶接棒乾燥機、油圧ジャッキ、モンケン、軌条、ターンテーブル、モルタルコンクリート吹付機、コンクリート吹付機、急結剤供給装置、種子吹付機、ベントナイトミキサ、水槽、刈払機、芝刈機、チェーンソー、フロート、工事用信号機、工事用高圧洗浄機、薬剤散布機、集草機、ジェットヒータ、パッカー車、自走式破砕機、自走式土質改良機、自走式木材破砕機等のその他陸上用一般建設機械を含む。

[0161] また、本発明は、特殊建設機械への適用も可能であり、特殊建設機械としては、主作業船、付属作業船、作業船用付属設備、港湾工事用付属機器等の港湾・河川・海岸工事用機械、コンクリート生産設備、コンクリート運搬設備、コンクリート冷却設備、骨材生産設備、セメント輸送・貯蔵設備、給水設備、公害対策設備、その他ダム施工機械等のダム工事用機械、雪上車、除雪装置、除雪用アタッチメント、散布車等の除雪機械、推進工事用機械等の下水道工事用機械、地雷除去機械等を含む。

[0162] 工作機械は、汎用又はＮＣのタレット旋盤等の旋盤、フライス、エンドミル等を用いるフライス盤、バイト等を用いる形削り盤、バイト等を用いる平削り盤、ドリル、リーマー、タップ等を用いるボール盤、バイト等を用いる中ぐり盤、ワイヤーカット放電加工機、形彫放電加工機等の放電加工機、ブローチ等を用いるブローチ盤、ボブ盤（ボブ）、歯車形削り盤（ラックカッタ、ピニオンカッタ）等の歯切り盤、砥石等を用いる研削盤、コンターマシン、帯鋸盤、マシニングセンタ、ウォータージェット加工機、レーザー加工機、電子ビーム加工機、ホーニング加工機、電解加工機、バリ取り・面取り機、電解バリ取り機、裁断機、転造機、ナットフォーマやパーツフォーマ等のフォーミング装置等を含む。また、これらの工作機械に含まれる、ドリル、エンドミル、バイト、チップ、タップ、鋸歯状ツール類、ダイス、金型等の各種加工工具、工具ホルダも含む。

[0163] その他、部材の一般的な用途として、躯体の構造材、建築物の構造材、外

装材、内装材、風力発電のプロペラ、ソーラーパネル、シリンダ、ピストン、アクチュエータ、ダンパ、リニアガイド、ベアリング、エンジンブロック、シャーシ、シャフト、ロッド、Ｌ字金具、カーテン、ロールカーテン、ベランダ／バルコニ／出窓等の手摺／格子／サッシ、廊下や通路や階段やベッドサイドやトイレ内壁等の手摺、椅子、机、書棚、食器棚、ベッド、浴槽、便座、便器等を含む。

[0164] ＜形状の観点からの部材提示＞

[0165] 部材の形状は様々である。例えば、鋼材の形状は、鋼板、八角鋼、六角鋼、平鋼、角鋼、丸鋼、線材、不等辺山形鋼、直線形鋼矢板、Ｕ形鋼矢板、等辺山形鋼、溝形鋼、Ｉ形鋼、H形鋼、鉄道用レールやカーテンレールを含むレール、鋼管等を含む。

[0166] また、鋼材に限られない形状として、プロペラ、スクリュ、断面H形、全体形状、断面形状、円環状、角環状、円管状、角管状、球状、立方体、直方体、板状、シート状、チューブ、軟質チューブ、硬質チューブ、螺旋状、平面螺旋（渦巻き状）、立体螺旋（コイル状）、多孔質、軟性多孔質、硬性多孔質、円錐、角錐、ホーン形、流線形、中空形等を含む。

[0167] ＜製法や形状等を含む汎用名称の観点からの部材提示＞

[0168] 例えば鋼材の汎用名称には、薄鋼板（厚さ3㎜未満）、厚鋼板（厚さ3㎜以上）等の鋼板、電縫鋼管、鍛接鋼管、継目無鋼管、スパイラル鋼管、UOE鋼管（＝大型溶接鋼管）、板巻鋼管等の鋼管、H形鋼、山形鋼、I形鋼、溝形鋼、鋼矢板、レール、軽量形鋼、デッキプレート、軽量鋼矢板等の形鋼、丸棒、四角棒、六角棒、八角棒、平鋼、異形棒鋼等の棒鋼、軟鋼線材、硬鋼線材、ピアノ線材、特殊線材等の線材、鋼を鋳型に鋳込んで所要形状の製品とした鋳鋼品や、適当な鍛練成形比を与えるように鋼塊または鋼片を鍛錬成形し、通常、所定の機械的性質を与えるために熱処理を施した鍛鋼品等の鋳鍛鋼品等を含む。

[0169] また、鋼材に限られない汎用名称として、瓦、柱、梁、タイル、窓ガラス、ドア、扉、引き戸、建具、スクリュやプロペラ、インペラ等を含む各種羽

、ホイール、リーンホース、ボンネット、壁紙、棚、テーブル、H鋼、煙突、はしご等を含む。

[0170] 次に、上記の部材に直接的に形成される通電路の各種詳細について説明する。なお、本発明が適用されるのは、ここで提示する内容に限られない。

[0171] ＜通電路が形成される場所＞

部材に対して通電路が形成される場所は、部材の表面、裏面、表裏面の双方、側面、周面などである。内部空間を有する部材の場合は、内周面或いは内側表面と外周面の一方又は双方である。また、部材の肉部内に溝又は孔が存在する場合に、その溝又は孔に通電材料を積層したり、充填することで、部材の肉部内に通電路を形成することも可能である。

[0172] ＜通電路の層状態＞

通電路の層状態は、図３等で示すような単層、図５Ｄで示すような二層に限られず、三層以上の多層構造を採用することができる。通電路を複数層の積層構造にする際は、中間層として電気絶縁材料を介在させることが出来る。最も外側の通電路には保護層を形成することが好ましい。保護層は、通電路に対する外部からの干渉によって、当該通電路が損傷することを防護するための保護層、紫外線等による劣化を防ぐための耐候層、空気や蒸気或いは腐食性のガス等から気体透過や酸化、腐食等を防ぐための耐ガス層、酸性や塩基性或いは溶剤、油、薬液類等からの影響を防ぐ耐薬品層等々を単層形成又は積層形成することも好ましい。

[0173] ＜通電路の形状＞

通電路の形状は、直線や曲線等の線状、平面や曲面等の面状、複数の平面や曲面、その他の面を組み合わせた立体形状（中空、中実の双方を含む）等がある。面状の通電路の場合、通電路自体を面状に構成する場合の他、ジグザグ形状やマトリクス形状、格子形状、螺旋形状のように、線状の配線を平面・曲面領域内に広がるように配置する又は積層することによって、実質的に面状とする場合も含む。この面状の通電路には、円柱の部分又は全部表面、円錐の部分又は全部表面、球体の部分又は全部表面によって、曲面形状とす

ることもできる。面状の通電路の外形は、リング形状（環状）、筒形状（内周面、外周面）、四角形状、多角形状、円又は楕円形状、異形形状、及びこれらの組み合わせ等が挙げられる。

[0174] ＜通電路の数＞

通電路の配置数は、単数の場合と、複数の場合がある。また、通電路が面状となる場合、これを複数配置するパターンとして、直線状に沿って複数の通電路を並べて配置する場合、曲線状（円状を含む）に沿って複数の通電路を並べて配置する場合、螺旋状に沿って複数の通電路を並べて配置する場合、マトリクス・格子状の複数の通電路を配置する場合、多層に複数の通電路を配置する場合、立体的に複数の通電路を配置する場合等がある。また、通電路がリング形状（環状）となる場合は、例えば、同心状（同心円状又は略相似形状等）に複数の通電路を配置することもできる。勿論、同心でなければならないというものではないことは言うまでもない。同様に、複数の素線を平行状態又は積層状態に配置することにより、複数の通電路を隣接配置することもできる。

[0175] ＜通電路の素材＞

通電路の素材には、アルミニウム、銅、銀、金、白金、鉄、炭素等を主成分とする材料及び／又はこれらの複合材料、或いは、これらを主成分としない材料を含む。またこの他、ＰＶＣ法やＣＶＤ法等の成膜法によって、通電路や絶縁層を形成することが出来、それらには、例えば、酸化物の薄膜、フッ化物の薄膜、窒化膜、炭化膜等がある。酸化物の薄膜は、Al2O3（酸化アルミニウム、アルミナ）、CeO2（酸化セリウム）、Cr2O3（酸化クロム）、Ga2O3（酸化ガリウム）、HfO2（酸化ハフニウム、ハフニア）、NiO（酸化ニッケル）、MgO（酸化マグネシウム、マグネシア） 、ITO（Ｉｎ２Ｏ３＋ＳｎＯ２）酸化インジウムスズ、Nb2O5（五酸化ニオブ）、Ta2O5（五酸化タンタル）、Y2O3（酸化イットリウム、イットリア）、WO3（酸化タングステン）、TiO（一酸化チタン） 、Ti3O5（五酸化チタン）、TiO2（二酸化チタン、チタニア） 、ZnO（酸化亜鉛）、ZrO2+TiO2（複合酸化物）、ZrO2（酸化ジルコニウ

ム、ジルコニア）等を含む。

[0176] フッ化物の薄膜は、AlF3（フッ化アルミニウム）、CaF2（フッ化カルシウム）、CeF3（フッ化セリウム）、LaF3（フッ化ランタン）、LiF（フッ化リチウム）、NaF（フッ化ナトリウム）、MgF2（フッ化マグネシウム）、NdF3（フッ化ネオジウム）、SmF3（フッ化サマリウム）、YbF3（フッ化イッテルビウム）、YF3（フッ化イットリウム）、GdF3（フッ化ガドリニウム）等を含む。

[0177] 窒化膜は、TiN（窒化チタン）、CrN（窒化クロム）、TiCN（炭窒化チタン）、TiAlN（窒化チタンアルミ）、BN（窒化ホウ素）、AlN（窒化アルミニウム）、CN（窒化炭素）、BCN（窒化ホウ素炭素）等を含む。

[0178] 炭化膜は、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）、TiC（炭化チタン）、SiC（炭化ケイ素）、BC（炭化ホウ素）、WC（炭化タングステン）等を含む。

[0179] 他にも、iZO、グラフェン、ポリアセチレン、SnO2（二酸化スズ）等もある、

[0180] 通電路の色としては、透明、不透明、半透明、白色、灰色、銀色、黒色、赤色、茶色等様々多様な色を採り得る。部材がガラス等の透明、半透明の場合は、通電路も透明又は半透明とすることが好ましい。

[0181] ＜通電路の機能＞

通電路によって実現されるセンシング機能として、機械量計測、熱・温度計測、光・放射線計測、電気計測、磁気計測、化学計測等がある。機械量計測は、加速度センサ等の加速度、ストレインゲージ(歪みゲージ)、ロードセル、半導体圧力センサ等の力、音波（マイクロフォン）、超音波等の振動等を含む。熱・温度計測は、サーミスタ、抵抗測温体、熱電対（この場合、相異なる電気伝導性の通電路の両端に接点を形成して、温接点と冷接点とすることによって実現することが出来る。）等の接触式センシング、放射温度計等の非接触式センシング等を含む。光・放射線計測は、光センサ、光電素子、フォトダイオード等の光検知、赤外線検知、放射線検知等を含む。電気計測は、電場、電流、電圧、電力等を含む。磁気計測は磁気センサ等を含む。化学計測は、におい検知、イオン濃度検知、ガス濃度検知等を含む。

[0182] 更に、通電路単独若しくは他の回路や素子との連携によって実現されるセンサは、時間を測る時計センサ、光位置センサ（PSD)、リミットスイッチ等の位置センサ、超音波距離計、静電容量変位計、光学式測距、電磁波測距等の距離センサ、差動トランス、リニアエンコーダ等の変位センサ、レーザードップラー振動速度計、レーザドップラー流速計等の速度センサ、ポテンショメータ、回転角センサ等の回転角センサ、タコジェネレータ、ロータリエンコーダ等の回転数センサ、ジャイロセンサ、一次元画像 リニアイメージセンサ等の角速度センサ、CCDイメージセンサ、CMOSイメージセンサ等の二次元画像センサ、ステレオ画像センサ、漏液センサ（リークセンサ）、液検知センサ（レベルセンサ）等の液センサ、硬度センサ、湿度センサ、流量センサ、傾斜センサ、地震センサ等を含む。

[0183] 更に、通電路で実現される歪みセンサの用い方には、荷重測定（ロードセル）、変位測定、振動測定、加速度測定、トルク測定（トランスデューサー）、圧力測定、コリオリの力計測等を含む。また、この他、通電路の電気抵抗値の変化から環境温度を計測するようにしてもよい。この場合、通電路は所謂抵抗温度計として利用することを意味し、当該通電路の配設対象である母材の配設部位が、熱伸縮や変形の影響を受け難いところを選定することが好ましい。

[0184] 例えば、有限の所定の温度範囲における熱膨張係数が実質的に零となる素材、具体的にはペロブスカイト系の素材やビスマス・ランタン・ニッケル酸化物系の素材であってもよく、また負の熱膨張係数を有する素材と、これと絶対値がほぼ等しく正の熱膨張係数を有する素材を組み合わせたり、或いは正の熱膨張材料と負の熱膨張材料とを微細構造として組み合わせてナノコンポジット化させるなどして熱膨張率を零とするように構成した材料を組み合わせて用いてもよい。このようにすると、外力に起因した母材の変形に伴う通電路の電気抵抗値変化と、環境温度の変化に伴う通電路の電気抵抗値変化を、明確に区分することが可能となる。

[0185] また更に、通電路内又はこの通電路とは別の場所となる母材上に、圧電素

子を配置すること、若しくは、圧電素子構造を有する通電路を設けることが可能である。通電路内に圧電素子若しくは圧電素子構造を有する通電路を設ければ、圧電素子若しくは圧電素子構造を有する通電路に加わる外力をセンシングしたり、圧力変化に伴って生じるピエゾ電流（起電力）を、通電路や回路等の作動に供することができる。例えば、母材と外部部材によって挟持され得る場所に圧電素子若しくは圧電素子構造を有する通電路を設け、その挟持力の変化（例えば振動）を利用して圧電素子に起電力を生じさせ、その起電力を、通電路のセンシングの電源として活用することもできる。

[0186] 同様に、通電路内又はこの通電路とは別の場所となる母材上に、ペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路を設けることも可能である。通電路内にペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路を設ければ、母材内又は母材と外部部材との間に温度差を生じさせることができる。例えば、温度変化が生じやすい場所にペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路を設け配置し、場所による温度差をペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路に対する通電によって強制的に当該温度差を無くすことができる。つまり、温度差が発生している場所において、発生している温度差の高温側にペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路の吸熱部を設け、低温側に発熱部を設けてペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路に給電することで元々の高温側を冷却し、同時に、低温側を加熱して温度差を解消するのであるが、高温側と低温側が入れ替わる場合には、通電方向を逆転させることで、吸熱側と発熱側を交番させることが可能となる。従って、この交番を制御すれば、適宜の部位を温めたり、冷却したりして所望の温度に制御することが可能となる。勿論、元々の高温側を加熱し、低温側を冷却するように構成してもよい。また、ペルチェ素子若しくはペルチェ素子構造を有する通電路の発熱部にはヒートシンク構造を設けて熱放散を向上させることができる。ペルチェ素子構造を有する通電路は、Ｐ型半導体とＮ型半導体とによるＰＮ接合を直列接続させ、通電方向がＮ→Ｐとなる接合部同士の集合による領域と、通電方向がＰ→Ｎとなる

接合部同士の集合による領域とを設けることで構成でき、例えば、Ｐ型半導体とＮ型半導体の各種の従来公知の半導体素材を適宜領域に積層するなどして形成しつつ、Ｎ→Ｐの接合部と、Ｐ→Ｎの接合部のそれぞれに金属等の導電性素材、若しくは半導体素材を積層過程で設けることでも構成することが可能である。

[0187] 次に、上記の通り提示した部材を含む、本発明が適用され得る部材を形態的観点からその一部を紹介する。なお、通電路については、応力の検出方向を矢印で示すことで、詳細な配線構造の図示は省略する。

[0188] 図１３（Ａ）のセンサ構造付部材４００Ａは、断面四角又は菱型、台形等の軸部材４１０Ａに対して、通電路９２が周方向及び軸方向に複数配置されたものである。この態様の具体例として、ねじ、支柱、レール、ガイド軸、木材等が挙げられる。勿論、センサ構造付部材４００Ａの周囲の全面に広がるように、図１Ｉ等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0189] 図１３（Ｂ）のセンサ構造付部材４００Ｂは、断面円又は楕円形状等の軸部材４１０Ａに対して、通電路９２が周方向及び軸方向に複数配置されたものである。この態様の具体例として、ねじ（座面、円筒部、頭部周面、頭部表面、ねじ山の溝等）、ボールねじ、モータ軸等を含む様々な駆動軸、減速機や増速機の軸部材、プロペラ軸、クランク軸、ピストン軸、車輪軸、各種軸要素、シャフト、ロッド、ワイヤ等の各種線材、棒状の木材等が挙げられる。

[0190] 図１３（Ｃ）のセンサ構造付部材４００Ｃは、断面がＩ字形状等のレール部材４１０Ｃに対して、通電路９２が周方向及び軸方向に複数配置されたものである。このような、長尺状のレール部材は、使用中において、撓みや捩れなどによって応力が生じ、破断等の可能性があることから、通電路９２によって状態変化を検知することが好ましい。勿論、断面がＩ字形状の場合に限られず、Ｈ型鋼、Ｃ型鋼、Ｌ型鋼などにも適用できる。勿論、センサ構造付部材４００Ｃの側面の全面に広がるように、図１Ｉ等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0191] 図１４（Ａ）のセンサ構造付部材５００Ａは、面方向に広がる板状のプレート材５１０Ａに対して通電路９２が面方向に複数配置されたものである。この態様の具体例として、壁紙を含む壁材、床材、天井材、ボディー、カバー、ケース、リム、容器、天板、板状のフレーム、タイル、木製・石膏等のボード、窓ガラス、ドア、ヒンジプレート等が挙げられる。なお、ここでは特に図示しないが、このプレート材５１０Ａに開口が形成されるグレーチング、パンチングメタル等もセンサ構造付部材として用いることができる。なお、プレート材５１０Ａの外形は特に限定されず、方形、円形、楕円形、長円形、台形等、様々な形状にできる。円形等の場合は、弁体として利用することもできる。また、面全体に対して、均等又は分散させるように、多数の通電路９２を形成することも好ましい。勿論、センサ構造付部材５００Ａの全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0192] 図１４（Ｂ）のセンサ構造付部材５００Ｂは、面方向に広がる帯状のプレート材５１０Ｂに対して通電路９２が面方向に複数配置されたものである。この態様の具体例として、図１４（Ａ）に挙げたものの他、板ばね、棚板等が挙げられる。勿論、センサ構造付部材５００Ｂの全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0193] 図１４（Ｃ）のセンサ構造付部材５００Ｃは、板状のプレートを断面Ｌ字形状に屈曲させたＬ字プレート材５１０Ｃに対して、通電路９２が複数配置されたものである。この場合、通電路９２は、Ｌ字プレート材５１０Ｃの屈曲線に跨るように配置することも好ましい。この態様の具体例として、Ｌ型鋼、Ｌ型ブラケット、Ｌ字プレート、ステー等が挙げられる。勿論、センサ構造付部材５００Ｃの全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0194] 図１４（Ｄ）のセンサ構造付部材５００Ｄは、板状のプレートを湾曲させたＬ字プレート材５１０Ｃに対して、通電路９２が複数配置されたものである。この態様の具体例として、配管や支柱の固定治具、雨樋の固定治具、各種ステー等が挙げられる。勿論、センサ構造付部材５００Ｄの全面に広がる

ように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0195] 図１５（Ａ）のセンサ構造付部材６００Ａは、四角筒状の部材６１０Ａに対して、内周側及び／又は外周側に通電路９２が複数配置されたものである。この態様の具体例として、ロ型鋼、角パイプ、配管等が挙げられる。なお、ここでは特に図示しないが、この部材６１０Ａの一部を開放した断面コ字形状の部材を用いることもできる。具体的にはＣ型鋼、用水路、排水溝等が挙げられる。勿論、特に図示しないが、センサ構造付部材６００Ａの内周又は外周の全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0196] 図１５（Ｂ）のセンサ構造付部材６００Ｂは、円筒状の部材６１０Ｂに対して、内周側及び／又は外周側に通電路９２が複数配置されたものである。ここでは特に、フランジ又はリムが形成されており、このフランジに対しても通電路９２が形成される。この態様の具体例として、丸パイプ、配管（ガス等の気体配管、液体配管）、パイプライン、圧力容器、雌ねじ、スリーブ、各種中空軸、シリンダ、ロケット等のボディ、燃料タンク、ガスタンク、タイヤホイール等が挙げられる。勿論、特に図示しないが、センサ構造付部材６００Ｂの内周又は外周の全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0197] 図１６（Ａ）のセンサ構造付部材７００Ａは、中空又は中実となる略立方体、略円筒体、略球体の部材７１０Ａに対して、内周側及び／又は外周側に通電路９２が複数配置されたものである。この態様の具体例として、略円筒型若しくは略球殻型の圧力容器等を含む各種容器、ケース、ブロック等が挙げられる。勿論、特に図示しないが、センサ構造付部材７００Ａの外周の全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0198] 図１６（Ｂ）のセンサ構造付部材７００Ｂは、中空又は中実となる球状の部材７１０Ｂに対して、内周側及び／又は外周側に通電路９２が複数配置されたものである。球状の部材７１０Ｂの場合は、緯度方向と、経度方向に沿って応力が計測できるように配置することが好ましい。この態様の具体例と

して、弁体、各種ボール、カプセル、ガスタンク等が挙げられる。勿論、特に図示しないが、センサ構造付部材７００Ｂの全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0199] 図１７（Ａ）のセンサ構造付部材８００Ａは、断面積の変化等によって剛性が変化する部材８１０Ａに対して、通電路９２が複数配置されたものである。この場合は、剛性又は断面積が変化する箇所、あるいは剛性又は断面積が減少から増加又は増加から減少に転じる経常的な変曲点に通電路９２を配置することが好ましい。この態様の具体例として、振動ホーン、各種ステー、支柱、フレーム等が挙げられる。勿論、特に図示しないが、センサ構造付部材８００Ａの全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0200] 図１７（Ａ）の具体例となる図１７（Ｂ）のセンサ構造付部材８００Ｂは、羽根車における羽根の付け根に相当する断面積が変化する部材８１０Ｂに対して、通電路９２が配置されたものである。羽根の付け根は、応力集中が生じやすく、破断すると大きな事故につながる。従って、事前に歪み状況を検知することで、メンテナンスを可能にする。勿論、センサ構造付部材８００Ｂの羽根の全面に広がるように、図１１等で示すセンサ構造５００を形成しても良い。

[0201] なお、上記具体例は、本発明の一部であり、他の部材にも適用可能である。例えば、雄ねじにおける座面、円筒部、頭部周面、頭部表面、ねじ山の溝等、雌ねじの座面、外周面、ねじ山の溝等、ワッシャの座面、単一の孔を有するもの、複数の穴を有して複数の雄ねじが締結されるもの、長穴を有するもの、フック、鉄筋、コンクリート、木材（柱、はり）、石（大理石、人口大理石を含む）、タービン（ブレードを含む）、エンジン、ゴムチューブ、シリコンチューブ、風力発電や水力発電等の羽根の表面、回転軸、支柱など、リーンフォースメント、構造躯体等を含むことができる。

[0202] 本実施形態では、通電路９２によって部材の応力を計測する場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。部材の変化に伴って通電路９２が一緒

に変化し、通電路９２の電気的変化によって検知できるものであれば、他の計測に利用できる。具体的には、変位（加速度、回転）、温度変化、表面の圧力変化等が挙げられる。

[0203] また、本発明のセンサ構造付部材の材料は、金属以外にも様々に選択できる。例えば、プラスチック又は複合材料（炭素繊維強化プラスチック、シリカ繊維強化プラスチック等）であっても良い。

[0204] ＜通電路の具体例＞

次に、部材表面に形成される通電路及びセンサ構造の他の構成について更に説明する。複数の方向の応力を検知する場合、第一方向に往復するように延びる第一通電路９３と、第二方向に往復するように延びる第二通電路９４を互いに独立（離反）して形成しても良いが、本発明はこれに限定されない。例えば図１８（Ａ）及び（Ｂ）の通電路９２は、第一通電路９３と第二通電路９４が重なるように形成される。なお、第一通電路９３と第二通電路９４の間には電気絶縁層９１が介在するようになっている。このようにすると、狭い場所であっても、多方向の複数の通電路又はセンサ構造を重畳形成できることになる。

[0205] また、図１９Ａ（Ａ）に示すセンサ構造ように、ベース路９５Ｐを並列回路とし、帯幅方向（横方向）に隣接配置される並列配線部を有する並列領域Ｘ内に、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑを配置しても良い。このようにすると、並列領域Ｘの帯長手方向の検出感度を高めることができる。この際、更に図１９Ａ（Ｂ）に示すセンサ構造のように、低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される並列領域Ｘ近傍のみを、高抵抗値となるベース路９５Ｐとし、このベース路９５Ｐに電力を供給する供給配線９５Ｒは良導体（低抵抗値材料）で形成することも望ましい。このようにすると、センサ構造付部材３０の変形時に、供給配線９５Ｒの抵抗値変動が小さくなるので、並列領域Ｘ内に限定して変形等を検出することが可能となり、検出信号のノイズを抑制できる。なお、並列領域Ｘを形成する場所（範囲）が限られる場合は、例えば図１９Ｂに示すように、並列配線部Ｘを帯長手方向（縦方向）に並べて配置する

こともできる。

[0206] 更に、例えば図１９Ｃに示すセンサ構造のように、低抵抗部分通電区９５Ｑを下層とし、ベース路９５Ｐを上層とすることもできる。つまり、ベース路９５Ｐの裏側表面に低抵抗部分通電区９５Ｑを形成することもできる。

[0207] 更に、図１９Ｄに示すセンサ構造のように、電気絶縁層９１を介在させた状態で上層側通電路９２Ｔ及び下層側通電路９２Ｕを積層しても良い。上層側通電路９２Ｔは、ベース路９５Ｐが下層となり、低抵抗部分通電区９５Ｑが上層となる。一方、下層側通電路９２Ｕは、ベース路９５Ｐが上層となり、低抵抗部分通電区９５Ｑが下層となる。なお、ここでは二層構造の場合を例示したが、三層以上の構造を採用しても良い。

[0208] 更に図１９Ｅ（Ａ）（Ｂ）に示すように、センサ構造を備える通電路９２に対して電力を供給する供給配線９５Ｒは、センサ構造付部材３０における通電路９２が配される平面３０Ａと同一面又は平行面３０Ｂに形成されることが好ましい。供給配線９５Ｒは低抵抗値材料が用いられるものの、センサ構造付部材３０が変形又は変位すると、多少の抵抗値変化が生じ得る。そこで、本事例のように構成すると、センサ構造付部材３０の通電路９２の大きな抵抗値変化と、供給配線９５Ｒの抵抗値の微細変化の挙動特性が近似するので、供給配線９５Ｒの微細抵抗値変化が、通電路９２の検出信号に対するノイズ成分になりにくい。

[0209] 図１９Ｆに示すように、センサ構造を備える通電路９２を並列状態で配設し、一方の通電路９２に対して一方向に電流を流す第一整流手段９５Ｗを直列状態で接続し、他方の通電路９２に対して他方向に電流を流す第二整流手段９５Ｖを直列状態で接続することも好ましい。このようにすると、供給配線９５Ｒに流す電流方向（印加する電圧の正負）を切り替えるだけで、一方の通電路９２によるセンシングと、他方の通電路９２によるセンシングを選択することができる。例えば、共通の電源又は検出手段によって、交番電流（交番電圧）を印加することで、複数の通電路９２から別々の検出結果を得ることが可能になる。

[0210] 図１９Ｇに示すように、通電路９２を放射状に配設することも好ましい。具体的には、半径方向に往復する通電路９２を周方向に一定の間隔で設けて、互いに直列接続する。このようなパターンを、母材となる円盤表面や球状表面に形成すると、この円盤等が面直角方向の圧力を受けて、半径方向に延出するような変形を、高感度で検出することが可能となる。

[0211] 更に上記実施形態では、ベース路９５Ｐが帯状配線となる場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。図２０（Ａ）及び（Ｂ）に示す通電路９２のように、ベース路として面状抵抗配線９５Ｃを配設し、その両外縁に電極９５Ａ、９５Ｂを配置しておき、この面状抵抗配線９５Ｃの表面に、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑを配置することもできる。本実施例では、面状抵抗配線９５Ｃの一方の表面に、複数の方形（必ずしも方形でなければ成らないというものではなく、断続的に比較的良好な抵抗値の導電部９５Ｄを設けて構成するすればよい）の低抵抗部分通電区９５Ｑを、面方向に広がるように（例えばマトリクス状、ハニカム状）に互いに間隔を存して配置する。電極９５Ａ、９５Ｂは、例えば、一方向に一対（Ａ１、Ａ２）、他方向に一対（Ｂ１、Ｂ２）となるように合計四か所に配置する。

[0212] 二対の電極９５Ａ、９５Ｂのそれぞれに電圧を印加すると、図２０（Ｂ）の矢印に示すように、低抵抗部分通電区９５Ｑの内部と、距離ｄ０で隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの間の面状抵抗配線９５Ｃの一方の表層を電子が移動して電流が流れる。従って、面状抵抗配線９５Ｃの一方の表層側に対する電流を支配的なものとして電流を流すことができる。

[0213] 従って、図２０（Ｃ）に示すように面状抵抗配線９５Ｃの面方向一方の表面が伸びるように通電路９２を一方向に湾曲させると、隣接する低抵抗部分通電区９５Ｑの距離がｄ０からｄに広がる。結果、一方向の一対（Ａ１、Ａ２）の電極９５Ａ、９５Ｂの間の抵抗値が増大し、湾曲状態を検知できる。特に図示しないが、面状抵抗配線９５Ｃを面方向他方向に湾曲させると、他方向の一対（Ｂ１、Ｂ２）の電極９５Ａ、９５Ｂの間の抵抗値が増大する。

[0214] なお、ここでは低抵抗部分通電区９５Ｑが正方形となる場合を例示したが

、三角形、長方形、五角形、六角形、八角形等の多角形、楕円、正円等の円形の他、様々な形状を採用できる。例えば六角形の場合は、図２１（Ａ）に示すように、所謂ハニカム状に低抵抗部分通電区９５Ｑを配置しても良い。その際は、周囲に三対（Ａ１、Ａ２）（Ｂ１、Ｂ２）（Ｃ１、Ｃ２）以上の電極を対向配置しても良い。また、図２１（Ｂ）に示すように、所謂サッカーボールのように、球状の面状抵抗配線９５Ｃの表面に、五角形と六角形の低抵抗部分通電区９５Ｑを組み合わせて配置することも可能である。また、面状抵抗配線９５Ｃを半導体又は絶縁体として、電極間の静電容量の変化を検知することも可能である。

[0215] また、本発明は、通電路９２において、応力を検出するセンサ構造を実現することに加えて、他の機能を付加することができる。例えば図２２に示すように、第一の抵抗率値（若しくは、仕事関数値）を有する第一部分通電路９２Ｘと、第二の抵抗率値（若しくは、仕事関数値）を有する第二部分通電路９２Ｙの両端を接続して、一方の接続点を温接点Ｔ１、他方の接続点を冷接点Ｔ２とすることができる。、この場合、起電力を得ることが可能となる。これは、抵抗率値を異ならせること、つまり、第一の抵抗率を有する第一部分通電路９２Ｘと、第二の抵抗率値を有する第二部分通電路９２Ｙの素材（材料）を異ならせることで、簡単に実現することができる。この温接点Ｔ１と冷接点Ｔ２に温度差が生じると、所謂ゼーベック効果により、温接点Ｔ１と冷接点Ｔ２の間に電圧Ｖが生じて電流が流れる。従って、この通電路９２に対して既に説明したセンサ構造を形成すれば、センサ構造付部材に生じる温度変化を検知したり、センサ構造用の起電力を自ら得たりすることが可能となる。

[0216] 次に、本実施形態において、複数の通電路９２（複数のセンサ構造）を形成する際の通電回路の構成を図２３から図２７を用いて示す。

[0217] 図２３は、センサ構造付部材２０２に形成される通電回路２０１を示す。通電回路２０１は、電気抵抗となる複数の通電路９２が並列に接続されて構成される（図２３（ａ）参照）。これにより、例えば、センサ構造付部材２

０２が壁紙や板材などのように所望の広域な面積を有する場合、多数の通電路９２を分散配置できるので、各通電路９２近傍の歪み等を検知することが可能となる。また、全ての通電路９２に対して、共通の端子Ａ、端子Ｂとなる一対（又は複数対）の良導体から電圧が印加されるので、通電回路２０１の回路構成を単純化できる。

[0218] この際、各通電路９２は、それぞれ抵抗値Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３，Ｒ４に設定されており、これらの四つの通電路９２は、良導体を経由して端子Ａ、端子Ｂに両端が接続される。なお、通電路９２の数は四つに限らず幾つでも構わない。また抵抗を測定できる端子の数も二つに限らない。抵抗値Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３，Ｒ４は、互いに異なる抵抗値に設定されており、お互いの抵抗値Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３，Ｒ４の差は、各通電路９２が規格内の歪み等をセンシングする際に生じる得る最大抵抗値変化量（δＲ１，δＲ２，δＲ３，δＲ４）よりも大きく設定されている。

[0219] 通電回路２０１はセンサ構造付部材２０２に直接的に形成されている。通電路９２を形成する方法としては、塗布、転写、リソグラフィー、切削、蒸着、印刷、半導体プロセスなどが考えられる。電気抵抗となる部分は、高抵抗率の電導性塗料又はペーストを用いることも出来、また、ニクロムなど抵抗率の高い金属の薄膜を通電路９２として形成しても良い。良導体としては銅、アルミなど抵抗率の低い金属の薄膜を形成することも考えられる。なおセンサ構造付部材２０２が電気伝導体である場合は、下地として絶縁体を塗布した上に通電回路２０１を形成することが望ましい。下地としては例えばポリメタクリル酸メチル樹脂（ＰＭＭＡ）等が考えられる。

[0220] 図２３（ａ）の場合、端子Ａと端子Ｂの間の合成抵抗Ｒは、センサ構造付部材２０２に何ら支障が無く定常状態であり、回路パターンが全て接続されている場合には、１／Ｒ＝１／Ｒ１＋１／Ｒ２＋１／Ｒ３＋１／Ｒ４の関係が成り立ち、計算により求めることができる。

[0221] また、センサ構造付部材２０２に変形、変温等が生じた場合、通電路９２の抵抗値等が変化することによって、その変化をセンシングすることが可能

となる。例えば、抵抗値Ｒ１となる通電路９２が、歪み等によって変形して抵抗値がδＲ１だけ増大した場合は、１／Ｒ＝１／（Ｒ１＋δＲ１）＋１／Ｒ２＋１／Ｒ３＋１／Ｒ４の関係が成り立つ。この合成抵抗Ｒの変化によって各種現象或いは物理状態の変化をセンシングできる。

[0222] これに対して、センサ構造付部材２０２が振動や経年劣化等で損傷を生じ、図２３（ｂ）のように切断部位２０３を生じる場合を仮定すると、端子Ａと端子Ｂの間の合成抵抗Ｒ’は、１／Ｒ’＝ １／Ｒ２＋１／Ｒ３＋１／Ｒ４となり、端子Ａと端子Ｂの間の抵抗を図ることで、センサ構造付部材２０２に支障が生じたことがわかる。さらにＲ１～Ｒ４を異なる抵抗値にしているので、どの通電路９２に繋がる経路に支障が生じたかを、端子Ａと端子Ｂの間の電気抵抗を測定するだけで検知することができる。本実施形態としては、単純に電気抵抗が並列に並んだ形態を示したが、通電回路２０１としては、電気抵抗が直列接続された構造であっても良く、直列接続と並列接続が入り交じった構造であっても良い。

[0223] 図２４は、図２３で示した通電回路２０１の変形例である二次元マトリックス状の通電回路２０４の例を示す。図２４（ａ）の二次元マトリックス通電回路２０４は、電気抵抗となる複数の通電路９２が、メッシュ状（格子状）に相互接続して構成される。通電路９２と通電路９２の間は良導体で形成された回路パターンで接続されている。通電回路２０４は、電気抵抗を測定するための端子Ａ、端子Ｂ、端子Ｃ、端子Ｄを備えており、例えば端子Ａと端子Ｃの間の抵抗を測定することで、センサ構造付部材２０２の変化をセンシングすることができる。

[0224] また、通電路９２が全て同じ電気抵抗だとしても、複数の通電路９２のいずれかが断線や故障した場合、一個所の接続が切れたのか、二個所以上の接続が切れたのかといった大まかな故障情報を簡単に得ることができる。また各通電路９２については、それぞれ例えばキロオーム単位で異なる抵抗値、例えば素数の抵抗値、すなわち２キロオーム、３キロオーム、５キロオームといった異なる値の電気抵抗を備えていれば、通電路９２が形成されたセン

サ構造付部材２０２のどの部分に破断等の支障が起こったのか、端子間の抵抗を測定すれば推定することが可能である。例えば、全ての抵抗値を素数に設定すれば、並列回路における合成抵抗値に含まれる素数積の因数分解（の一意）性から、断線した抵抗値を推測することができ、結果として、断線した通電路２０５の場所を特定できる。

[0225] 図２４（ｂ）には二次元マトリックス状の通電回路２０４の更なる変形例を示す。この通電回路２０４では、マトリックス状に配置される通電路９２が、互いに直列接続される。この直列回路の場合、どこかで断線が生じると、通電回路２０４の全体でセンシングができなくなるので、断線によって異常を検知することが可能になる。一方で、図２３（ａ）や図２４（ａ）で示した並列接続を含む通電回路の方が、一部が断線しても残部でセンシングが可能となり、長期間に亘る計測用途に好適となる。

[0226] また、図２４（ｂ）では端子Ａ、端子Ｂのみを図示しているが、各通電路９２（又はある特定の複数の通電路９２群）を測定する端子を設けることで、構造体のどこに損傷が生じているかを、事後的に特定できるようにしてもよい。従って定期センシングでは端子Ａと端子Ｂの間の抵抗を測定することで、センサ構造付部材２０２全体についての安全性を容易にチェックできるとともに、何らかの異常を検知した後や、地震等の突発的な事象後の詳細検査時には、各通電路９２間を個別測定することで、センサ構造付部材２０２のどの部分で損傷が生じているかを特定しても良い。

[0227] 図２３及び図２４のように、通電路９２が二次元平面に広がった通電回路は、長さ、細さ、厚さ等が変化すれば電気抵抗も変化する。従って、この通電回路が形成されたシート状又はメッシュ状の通電路形成部材を、道路、床、壁等の建造物等に埋設することで、アスファルトやコンクリート等の硬化時、硬化後に生じる歪みをリアルタイムにセンシングすることができる。またこのようなシート状の部材を埋設又は貼り付ける用途の応用として、ダム、空港滑走路、港湾、高層建築物、上下水道網、高速道路、鉄道の高架橋等巨大構造物の建設工程解析、故障解析等に特に好適である。また、各通電回

路の一部にメモリを配置しておき、センシング履歴データを保存するようにすれば、建設工程時に生じる振動現象等の履歴を正確に蓄積することができ、事後的なデータ改ざん等を防止できる。

[0228] また、上記図２３及び図２４の事例では、通常、センサ構造付部材の歪等を検知している。更に、通電回路に切断部位が生じた場合は、その位置を容易に特定できる。一方で、そもそもセンサ構造付部材の切断現象（即ち、通電回路の断線現象）を限定的に検知する目的で活用することもできる。

[0229] 更に図２４では、複数の通電路９２を二次元マトリクス状に相互接続する場合を例示したが、三次元マトリクス状（立体状）に相互接続しても良い。センサ構造付部材が立体構造物の場合に好適である。

[0230] また、図２３、図２４のように多数の異なる抵抗値を持つ通電路９２を、センサ構造付部材に直接設けるためには、その回路パターンを予め設計する必要がある。この際、計算機等のメモリに、所定の抵抗値を持つ基本的なパターン情報を複数用意しておき、この計算機で実行される回路生成プログラムによって、これらのパターン情報を組み合わせることで回路データを生成し、この回路データを印刷機や半導体成膜装置に伝送して、導電性塗料や金属ペーストを塗布・プリント等したり、半導体プロセスのレジスト被膜を描写したりすることで実際の通電回路を形成する手法が好ましい。この種の設計工程例を図２５に示す。

[0231] 図２５（ａ）は、正方形（正方形に限らず、例えば、正三角形、長方形、菱形、正六角形、その他、適宜の幾何学的形状）等の一定の面積を有する基準枠において、対辺の中央に配置される一対の端子２０７と、一対の端子２０７の間に配置される単位抵抗体２０８とを有するパターン情報２０６ａを示す。単位抵抗体２０８は、例えば１キロオームの基準抵抗値に設定される、結果、プリントパターン情報２０６ａは１キロオームパターンとなる。

[0232] 図２５（ｂ）のパターン情報２０６ｂは、一対の端子２０７の間に、単位抵抗体２０８が直接に二個配置されるので２キロオームパターンとなる。図２５（ｃ）のパターン情報２０６ｃは３キロオームパターンとなり、図２５

（ｄ）のパターン情報２０６ｄは５キロオームパターンとなり、図２５（ｅ）のパターン情報２０６ｅは７キロオームパターンとなる。

[0233] また、図２５（ｆ）のパターン情報２０６ｆは、正方形の基準枠の各四辺の中央に計四個の端子２０７が配置され、それらの全端子２０７と接続される位置に、単位抵抗体２０８が配置される。このようにすると、計４個の端子２０７の中から任意の二個の端子２０７を利用すれば、１キロオームの抵抗を得ることができる。その他にも、図２５（ｇ）（ｈ）（ｉ）のパターン情報２０６ｇ、２０６ｈ、２０６ｉのように、良導体のみの連結用パターンも用意しておくことが好ましい。これらのパターン情報２０６ａ～２０６ｉを計算機のメモリに蓄積しておき、これらをプログラム上で組み合わせることで、所望の抵抗値のパターン情報（回路情報）を容易に生成できる。なお、ここでは正方形の基準枠の各辺の中央に隣接するパターンと連続する端子を配置する場合を例示したが、正方形の基準枠の各角部に、隣接するパターンと連続する端子を配置しても良い。

[0234] 図２６は、１５個のパターン情報を組み合わせて生成した回路情報を描写したものである。ここでは、複数のパターン情報を直列配置した４キロオームの通電回路と、１３キロオームの通電回路と、１４キロオームの通電回路が、互いに並列接続される。例えば、この回路情報を塗布装置にインプットし、塗布装置が、良導体ペースト又は抵抗体ペーストをセンサ構造付部材に塗布して通電回路を形成すれば良い。また、フォトレジスト等により、センサ構造付部材に対して同パターンを描写してマスキングし、半導体や蒸着等の成膜プロセスによって所望の通電回路を形成しても良い。

[0235] 次に、図２７及び図２８を参照して、センサ構造付部材の使用例を説明する。図２７（ａ）は橋梁等の柱状構造体にセンサ構造（通電回路）を形成する場合の概念図である。通電回路２１３は、柱２１２（橋脚）上に形成される。このとき通電回路２１３としては、有機導電材を直接プリントすることが考えられる。このようにすると、柱２１２上にアクティブな電気回路を容易に形成できる。具体的には、既に説明したセンサ構造に加えて、アンテナ

構造、共振回路、増幅回路、制御回路、変調回路、送受信インタフェース等を更にプリントできる。柱２１２に、歪、変形、伸縮、ひび等の物理的な現象が生じると、例えば柱の表面に形成されたアンテナ構造が変位又は損傷されて、共振周波数が変化することが考えられる。通常は応答が可能だった通電回路２１３が、十全に応答することができなくなることで、それによっても物理現象を検知できる。また柱２１２が膨張するとアンテナの面積が大きくなり、共振周波数が低くなる等の現象が生じることが予想され、その周波数変化により、柱２１２の物理変化について定量的な情報も得ることができる。

[0236] 図２７（ｂ）に、図２７（ａ）にＡ－Ａ’の断面図を示す。通電回路２１３は、柱２１２の表面に絶縁体の下地２１４を塗布した上で、センサ構造を有する回路パターン層２１５を形成し、防水性を有する保護層２１６で表面を覆うことが望ましい。ただし、コンクリートの柱２１２等のように、検出したいセンサ構造付部材が絶縁体であるときには下地２１４を省略することも考えられる。特に、プレキャストコンクリートやプレカット材木等如くの製造工場の工程と、その後の現場施工の工程の双方を経ることとなる対象の場合には、製造工場にてパターニング工程によってパターニングを施すことが可能となり、現場における施工性を大幅に向上させることが出来る。勿論、回路については既存の電子回路（ＩＣチップ）を用い、物理現象を検出するためのセンサ構造のみを柱２１２等のセンサ構造付部材に直接プリントすることも考えられる。フォトリソグラフィなどの半導体プロセスを使用することや、プリント基板を作成する場合のように金属膜を形成した後にエッチングをおこなうことで形成しても良い。

[0237] 次に図２８を参照して、センサ２１７と、測定対象となる部材（構造物２１２）が別部材となる事例を説明する。本実施形態のセンサ２１７は、複数のセンサ構造（通電回路）を内蔵する帯状の材料となる。このセンサ２１７は、所謂スマート包帯であり、図２８（ａ）のように、橋脚等の柱状の構造物２１２にらせん状に巻きつけられて、構造物２１２を補強すると同時に、

補強後の自身の変形等によって物理現象を検出する。センサ２１７への通電回路のプリント方法は、転写、エッチング、塗布、半導体プロセス等でもよい。センサ２１７の材質は、布、不織布、樹脂、炭素繊維、金属繊維、ケイ素繊維、ガラス繊維等の各種強化繊維を含む繊維強化合成樹脂、紙、ゴム、シリコーン等、様々である。通電路の材質はアルミでも銅でも有機電導体でもその他の電気伝導体でも良い。個別にセンサ構造を実現する通電回路２１３には、ＩＤ信号発信回路が形成されており、それぞれ独立した個別ＩＤを発信できる。このＩＤ信号発信回路は、ＩＣチップを事後的に貼り付ける等によって配置しても良い。この結果、各通電回路２１３が、センサ２１７全体のどの場所に位置するかを予め把握（識別）できる。例えば、このスマート包帯を用いた補強後に、図２８（ｂ）のように、無線アクセス手段２１８により、全ての通電回路２１３から個別ＩＤを受信して、構造物２１２のどの場所に、どの個別ＩＤ（通電回路２１３）が配置されているかを確認してデータとして保存しておく。その後、柱２１２に変形や異常が生じると、各通電回路２１３の抵抗値変化によって、その変形量を検知できる。また例えば、柱２１２に亀裂が入ると各通電回路２１３のアンテナ構造の一部が破壊される。アクセス可能であった通電回路２１３がアクセス不能になったり、特定のアンテナの共振周波数が変化したりする。そのアクセス不能又は周波数変化の情報と共に、通電回路２１３から個別ＩＤを収集することにより、柱２１２のどの部分に支障が生じているか、補強材を剥がしたり、除去したりすることなく検知するように構成することもできる。なお、ここでは通電回路２１３毎に個別ＩＤを付与する場合を例示しているが、例えば、スマート包帯となるセンサ２１７単位で部分ＩＤを付与しても良く、その他のルールでＩＤを付与することも可能である。

[0238] また、通電路形成部材として、高圧用、中圧用、低圧用を含めた各種の送電線等の電線、上水道用、下水道用、ガス用、蒸気用、各種薬品用、オイル用等の各種配管、配管用のジョイントの各種部材等を採用することも可能である。

[0239] ＜その他の観点＞

上記以外にも、本発明は、多用な機械部品に適用することが可能である。例えば、直動部品としては、リニアシャフト、シャフトホルダ、セットカラー、リニアブッシュ、ボールガイド、スプライン、無給油ブッシュ・ワッシャ、無給油ブッシュ、無給油ワッシャ、無給油素材（丸棒・パイプ）、無給油プレート・ガイドレール、無給油プレート、無給油ガイドレール、無給油素材（プレート）、リニアガイド、ケーブルキャリア、ボールねじ、サポートユニット、台形ねじ・すべりねじ、台形ねじ用ナット、すべりねじ、クロスローラー、クロスローラーテーブル、クロスローラーリング、リニアボールスライド、リニアレール、アクチュエータ、インデックステーブル、パワーシリンダ・ジャッキ、ジャバラ等を挙げることが出来る。また、回転部品としては、例えば、ベアリング、ベアリングホルダ、カムフォロア、ローラフォロア、回転軸、駆動軸等を挙げることが出来る。連結・リンク機構部品としては、例えば、支点用段付ねじ、ヒンジピン、ヒンジベース、ヒンジボルト、リンク、ロッドエンドベアリング、連結棒、リンクケーブル、リンクワイヤ等を挙げることが出来る。また、伝動部品としては、例えば、リジット形、ユニバーサルジョイント、チェーンカップリング、フランジ形等のカップリング軸継手やタイミングベルト、丸ベルト、Ｖベルト、プーリ、チェーン、スプロケット、チェーンボルト、ターンバックル、テンショナー、平歯車、かさ歯車、はすば歯車、ねじ歯車、ウォームギア、ラックギア、内歯車等の歯車やラチェット、リングレールギア等を挙げることが出来る。また、動力源としては、内燃機関や外燃機関等のエンジンの他、小型ＡＣモータ、ステッピングモータ、サーボモータ、ブラシレスモータ、ブラシ付きＤＣモータ、汎用モータ、ギアモータ等を含むモータ、またクラッチやブレーキを含む変速機や減速機等を挙げることが出来る。また、コンベヤやローラ等を含む搬送部品やテーブルリフター、エアーリフト等を含めた昇降機、運搬機類等を挙げることが出来る。また、ステージ部品としては、Ｘ軸、Ｚ軸、ＸＹ軸、ＸＹＺ軸、回転、ゴニオ、チルト、多軸等の移動ステージであって、

手動又は自動のステージ等を含めて挙げることが出来る。空圧機器としては、シリンダ、アクチュエータ、バルブ、レギュレータ、ルブリケータ、空圧用電磁弁、流体用電磁弁、エアオペレイト弁、配管用継手等を挙げることが出来る。また、真空部品としては、例えば、真空配管、真空ポンプ、真空発生器、エジェクタ、真空バルブ、真空フィルタ、真空用圧力調整弁、吸着パッド、真空タンク、チャンバー等を挙げることが出来る。油圧用機器としては、例えば、油圧アクチュエータ、油圧ポンプ、オイルフィルタ、油圧シリンダ、油圧ロータリーアクチュエータ、油圧クランプ、油圧ポンプ、オイルフィルタ、油圧バルブ、油圧ホース、オイルキャップ等を挙げることが出来る。配管部品としては、鋼管、銅管・ステンレス管、樹脂管等を挙げることが出来、継手としては、ねじ込み継手、ねじ込み式フランジ、ホース用継手、ステンレス管用継手、銅管用継手、鋼管用継手、溶接式継手、溶接式フランジ、ロータリージョイント、スイベルジョイント、メカニカル式管継手、樹脂管継手、伸縮管継手、塩ビ管用継手、カプラジョイント、ワンタッチジョイント等を挙げることが出来、バルブとしては、ボールバルブ、ニードルバルブ、流体用チェックバルブ、ゲートバルブ、グローブバルブ、バタフライバルブ、ダイヤフラムバルブ、ピンチバルブ、空気操作弁、安全弁、調整弁等を挙げることが出来、配管支持具としては、例えば、吊配管金具、立配管金具、床貫通用金具、フロアーバンド、Ｕ字金具、サドルバンド、ブラケット等を挙げることが出来、配管用クランプとしては、例えば、マニホールド、ブロックマニホールド、ロータリーマニホールド、継手付ブラケット、マグネット付マニホールド等を挙げることが出来、樹脂ホース類としては、例えば、樹脂ホース、ホースバンド、ホースリール、ダクトホース等を挙げることが出来、またダクト配管部品としては、ダクト管、フレキシブルホース、サニタリー配管、サニタリーバルブ、サニタリー管、サニタリー継手、クランプ、ガスケット等を含み、シール材としては、Ｏリング、オイルシール、ガスケット、シールワッシャ、シールキャップ、パッキン等を挙げることが出来、排水関連部品としては、排水マス、雨水マス、ふた、防護蓋、溝

用蓋、脱気筒等を挙げることが出来る。また、棚関連部品としては、例えば、棚、棚受、棚柱、棚板等を挙げることが出来る。蝶番としては、例えば、ピボット形、ロータリー形、リーフ形等であってもよく、平蝶番、旗蝶番、自由蝶番、裏蝶番、隠し蝶番、スプリング蝶番、ガラス蝶番等を挙げることが出来る。締結部材としては、例えば、ねじ、ボルト、座金、ナット等を挙げることが出来、それぞれ例えば、マイクロねじ、微細ねじ、座金組込みねじ、タッピングねじ・タップタイト・ハイテクねじ、ドリルねじ、いたずら防止ねじ、六角ボルト、六角穴付ボルト(キャップボルト)、低頭ボルト、小径ボルト、貫通穴付ボルト、六角穴付ボタンボルト、六角穴付皿ボルト、ユニファイねじ、インチねじ、ウィットねじ、止めねじ、全ねじ、スタッドボルト、蝶ボルト、つまみねじ、化粧ビス、四角ボルト、丸ボルト、樹脂ねじ、セラミックねじ、脱落防止ねじ、ショルダーボルト、アイボルト、でんでんボルト、配管Uボルト、木ねじ、コーチスクリュー、コーススレッド、鬼目ナット、軽天ビス、万能ビス、ジョイントコネクタ、連結金具ボルト、その他木工用ねじ、その他コンクリート用ねじ、その他石膏ボード用ねじ、波板用ねじ、釘、鋼板用ねじ、スタッド締結用ねじ、座金、ねじ用ワッシャ、平座金、ばね座金、歯付座金(菊座)、ロゼットワッシャ、片・両舌付座金、テーパ座金、球面座金、化粧ビス座金等を挙げることが出来る。また、本発明は、発電プラント、混合プラント、粉砕プラント、分離プラント、鋳造プラント、金属加工プラント、木工プラント、原子力プラント、蒸気発生プラント、蒸気動力プラント、太陽発電プラント、蓄熱プラント、冷却プラント、液化プラント、電解被覆プラント、石油化学プラント、ガスプラント、給水プラント、汚水処理プラント、廃棄物処理プラント、樹脂プラント、金属プラント、コンクリートプラント、アスファルトプラント等の各種プラントの適宜の部位に適用することが出来る。プラントの一種として、原子力発電所を挙げることが出来、例えば、原子炉容器（原子炉圧力容器）、冷却材配管（再循環配管）、冷却材ポンプ（再循環ポンプ）、蒸気発生器、タービン等の機械設備の他、発電機、変圧器、ケーブル等の電気・計装設備、原子炉建

屋、タービン架台等のコンクリート構造物等を挙げることが出来る。その他、プラントの一種としては、水力発電所、風力発電所、潮力発電所、地熱発電所、太陽熱発電所、海洋温度差発電所、火力発電所、原子力発電所には核分裂型プラントと核融合型プラントを挙げることが出来、太陽光発電プラント、燃料電池発電プラント等を挙げることが出来る。また、本発明は各種乗物（その構成部品）に適用することが可能であり、例えば、車椅子、ベビーカー、ロープーウェイ、リフト、ゴンドラ、エレベーター、エスカレーター、自転車、自動車、産業機械、建設機械、農業機械、オートバイ、雪上、水陸両用車、戦車や装甲車等の軍事車両、鉄道車両、客船、貨物船、漁船、ヨット、ボート、水上バイク、競艇、艦艇、潜水艦、グライダー、気球、飛行機、垂直離着陸機、ヘリコプター、オートジャイロ、ロケット、人工衛星等を挙げることが出来る。車椅子としては、フレーム、主輪、キャスター、シート、バックサポート、フットサポート、アームサポート、ブレーキ、ハンドル、ティッピングレバー等を挙げることが出来る。ロープーウェイ、リフト、ゴンドラ等への適用としては、例えば、索条、搬器、支柱等を挙げることが出来る。エレベーターとしての適用としては、例えば、制御盤、巻上機、調速機、メインロープ、ガバナーロープ、かご、テールコード、ガバナテンショナー等を挙げることが出来る。エスカレーターとしての適用としては、踏板、ライザ、ステップチェーン、駆動ローラ、追従ローラ、駆動レール、追従レール、車椅子専用ステップ、スカートガード、コームプレート、駆動ユニット、駆動チェーン、手すり駆動ローラ、手すりチェーン、加圧ローラ、手すり案内レール、インレット等を挙げることが出来る。自転車としての適用としては、例えば、フレーム、ホイール等を挙げることが出来る。バス、トラック、乗用車、オートバイ等の車両としての適用としては、シャーシやフレーム、リインフォースやボディ等の車体構造の他、原動機、動力伝達装置、操舵装置、制動・拘束装置、運転装置、タイヤホイール、荷台、サスペンション等を挙げることが出来る。鉄道車両としての適用としては、例えば、台枠、側構、妻構、屋根構、運転台、扉、窓、座席、照明、空調装置

、トイレ、連結器、貫通路、車輪、車軸、軸受、軸箱支持装置、台車枠、車体支持装置、駆動装置、制動装置、動力機構、パンタグラフ等を挙げることが出来る。船舶としての適用としては、例えば、甲板、エンジン、モーター、スクリュー、舵、錨、錨鎖、レーダー、アンテナ、煙突、燃料タンク、バラストタンク、帆、帆柱、船底、櫂、船橋等を挙げることが出来る。飛行機としての適用としては、例えば、レドーム、車輪、ギャレー、客席、主翼、水平尾翼、垂直尾翼、フラップ、スポイラー、ジェットエンジン、ナビゲーションライト、燃料タンク、エルロン、エレベーター、ラダー、主円筐、縦通材、カウリング、主翼桁、翼端版、胴体外板、円筐、水平安定板、圧力隔壁、垂直安定板、カナード、窓、ドア、化粧室、貨物室、非常用設備、プロペラ、スタックディスチャージャー、ピトー管等を挙げることが出来る。また、各種機械装置類としての適用としては、冷蔵庫、ベルトコンベア、充填機、オーブン、貯蔵庫、かくはん機、泡だて器、釜、圧力釜、凍結機、揚げ機（フライヤー）、乾燥機、選別機、切断機、燻製機、瓶詰め機、缶詰め機、洗浄機、削り機、ジューサー、粉砕機（ミル）、発酵機、バーナー、蒸し器、噴霧機、しぼり機、伸ばし機、紡績機、織機、編機、縫製機、染色機、化学繊維機械、準備機（糸つなぎ機）、研磨機、ワインダー、プリンタ、製材機、ロータリーレース（丸太のかつらむき機）、ホットプレス、木材乾燥機、チップ製造機、原木仕分装置、原木送材機、バンドソー、リッパー、カンナ盤、ノミ盤、フライス盤、ほぞ取り盤、せん孔盤、ダンダー、圧締機械等を挙げることが出来る。また、本発明の適用対象としては、野球のバット、グローブ、ミット、ボールやサッカーのシューズ、ボール、ゴール、剣道の防具や竹刀、テニスのラケット等のスポーツ用品等を挙げることが出来る。また、ピアノ、エレクトーンや各種の管楽器、弦楽器を含む楽器を本発明の対象としても好い。

[0240] 次に、センサ構造付部材３０における母材そのものが、センサ構造の通電路９２のベース路９５Ｐを兼ねる場合を例示する。図２９（Ａ）に示すセンサ構造付部材３０は、被検出対象物となる母材３２の表面３２Ａ自体が、低

抵抗部分通電区９５Ｑと比較して電気抵抗率並びに電気抵抗値が高い導電材で構成されており、この表面３２Ａに、電気抵抗率並びに電気抵抗値が比較的低い良導体となる複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが互いに間隔を存して直接形成される。なお、高抵抗母材の材料例としては、ＦＲＰ等の導電性が極めて低い樹脂材料に対して、導電性粒子（例えば炭素粉末）等を混ぜて導電性を付与したものなどが好適である。結果、表面３２Ａそのものをベース路９５Ｐとして活用できる。この場合は、表面３２Ａにおいて、低抵抗部分通電区９５Ｐを挟み込む両外側（電極３２Ｘ，３２Ｙ参照）に電圧を印加して、表面３２Ａに電流を流せば、表面３２Ａの変形等に対して、抵抗値（電流値）を高感度に変化させることができる。

[0241] 更に図２９（Ｂ）に示すように、表面３２Ａに対して、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが面方向に拡がるように（例えばマトリクス状に）配置しても良い。この低抵抗部分通電区９５Ｑを一方向から挟み込む一方の良導体の対電極３２Ｘ、３２Ｙと、多方向からは挟み込む他方の良導体の対電極３２Ｖ，３２ＡＷのそれぞれに電圧を印加することで、双方向の変形を検出することが可能となる。

[0242] 次に、図３０を参照して、図１Ｂで示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法について説明する。

[0243] まず、図３０（Ａ）に示すベース路用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを有する母材の表面に対して、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの周囲を覆うベース路用マスキング層９５Ｐｍを形成する。結果、母材表面は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆのみが露出する。

[0244] 次いで、図３０（Ｂ）に示すベース路用導電層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを含む範囲の母材の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層９５Ｐｄを形成する。

[0245] その後、図３０（Ｃ）に示すベース路用マスキング層除去ステップにおいて、ベース路用マスキング層９５Ｐｍを除去する。結果、ベース路形成予定

領域９５Ｐｆの範囲にベース路用導電層９５Ｐｄが残存し、それによりベース路９５Ｐが形成される。

[0246] 更に図３０（Ｄ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの範囲内に複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを有するベース路用導電層９５Ｐｄ（ここでは完成したベース路９５Ｐ）の表面に対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみが露出される。なお、この低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの一部は、完成したベース路９５Ｐ（ベース路形成予定領域９５Ｐｆ）からはみ出てもよい。

[0247] 次いで図３０（Ｅ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0248] その後図３０（Ｆ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去する。結果、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの範囲に低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄが残存し、それにより複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。以上の工程を経て、センサ構造が完成する。

[0249] なお、上記パターンニング方法において、センサ構造の下層に絶縁層が必要な場合は、ベース路用導電層形成ステップよりも前工程に絶縁層形成ステップを実行し、母材の表面におけるベース路形成予定領域９５Ｐｆに対して絶縁層を形成すれば良い。また、上記パターンニング方法では、低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップを実行する前に、ベース路用マスキング層除去ステップを実行する場合を例示したが、本発明はこれに限定されず、低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップの後、又は低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップを実行した後に、ベース路用マスキング層除去ステップを実行しても良い。

[0250] また、上記ベース路用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆには、高抵抗部分通電区９５Ｔ（図１Ｂ参照）が形成される高抵抗部分通電区形成予定領域が内在している。即ち、ベース路用マスキング層形成ステップは、少なくとも高抵抗部分通電区形成予定領域を露出させるようにその周囲を覆う高抵抗部分通電区用マスキング層を形成する「高抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップ」と定義することができる。同様に、ベース路用導電層形成ステップは、高抵抗部分通電区用導電性材料を用いて高抵抗部分通電区用導電層を形成する「高抵抗部分通電区用導電層形成ステップ」と定義することができる。同様に、ベース路用マスキング層除去ステップは、高抵抗部分通電区用マスキング層を除去して、高抵抗部分通電区９５Ｔを完成させる「高抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップ」と定義することができる。この再定義は、これ以降の説明においても同様である。

[0251] 次に図３１を参照して、図１Ｅで示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法について説明する。

[0252] まず図３１（Ａ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを有する母材の表面に対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみが露出される。

[0253] 次いで図３１（Ｂ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0254] その後図３１（Ｃ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去する。結果、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの範囲に低抵抗部分通電区用導電層９

５Ｑｄが残存し、それにより複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。

[0255] 次に図３１（Ｄ）に示すベース路用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを有する母材の表面に対して、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの周囲を覆うベース路用マスキング層９５Ｐｍを形成する。結果、母材表面は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆのみが露出する。なお、ベース路形成予定領域９５Ｐｆ内には、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが位置している。勿論、複数の低抵抗部分通電区９５Ｑの一部は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆからはみ出てもよい。

[0256] その後、図３１（Ｅ）に示すベース路用導電層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを含む範囲の母材の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層９５Ｐｄを形成する。

[0257] 更に、図３１（Ｆ）に示すベース路用マスキング層除去ステップにおいて、ベース路用マスキング層９５Ｐｍを除去する。結果、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの範囲にベース路用導電層９５Ｐｄが残存し、それによりベース路９５Ｐが形成される。以上の工程を経て、センサ構造が完成する。

[0258] なお、上記パターンニング方法において、センサ構造の下層に絶縁層が必要な場合は、低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも前工程に絶縁層形成ステップを実行し、母材の表面におけるベース路形成予定領域９５Ｐｆに対して絶縁層を形成すれば良い。

[0259] 次に図３２を参照して、図２９（Ａ）で示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）の表面に形成するパターンニング方法について説明する。

[0260] まず図３２（Ａ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを有する母材の表面に対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみが露出される。

[0261] 次いで図３２（Ｂ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおい

て、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0262] その後図３２（Ｃ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去する。結果、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの範囲に低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄが残存し、それにより複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。以上の工程を経て、センサ構造が完成する。

[0263] なお、上記パターニング方法において、マスキング層、導電層、絶縁層等を形成する手法には、例えば、気相成膜法、液相成膜法、加熱酸化膜形成法、印刷法、塗布法、箔押し、転写、エッチング等の様々な技法を採用できる。たとえば、噴射塗装（インクジェットを含む）、噴霧塗装（ガン吹き、エアブラシ等を含む）、電着塗装、ローラ塗装、刷毛塗り等も適用できる。ローラ塗布や刷毛塗等を用いれば、施工現場でセンサ構造を形成することが可能となる。

[0264] 次に、図３３を参照して、半導体プロセスやＭＥＭＳ工程等で用いられる手法を用いて、図１Ｂで示すセンサ構造をセンサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法を説明する。

[0265] まず、図３３（Ａ）に示すベース路用導電層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを含む範囲の母材３２の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層９５Ｐｄを形成する。これは、各種蒸着法や塗布法等を用いることが出来る。

[0266] 次いで、図３３（Ｂ）に示すベース路用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路用導電層９５Ｐｄに対して、ベース路形成予定領域９５Ｐｆのみを覆うベース路用マスキング層９５Ｐｍを形成する。結果、母材表面は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆ以外の領域が露出する。この工程は、所謂フォトリソグラフィとなる。

[0267] その次に、図３３（Ｃ）に示すベース路用導電性材料除去ステップにおい

て、ベース路形成予定領域９５Ｐｆ以外の領域のベース路用導電層９５Ｐｄを除去することで、ベース路９５Ｐを形成する。この工程は、所謂エッチングとなる。

[0268] その後、図３３（Ｄ）に示すベース路用マスキング層除去ステップにおいて、フォトレジストとなるベース路用マスキング層９５Ｐｍを除去する。結果、ベース路９５Ｐが露出される。なお、フォトレジスト剤自体が導電性を有する場合は、このベース路用マスキング層９５Ｐｍを残したままでもよい。

[0269] 更に図３３（Ｅ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、ベース路９５Ｐと重畳する複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。これは、各種蒸着法や塗布法等を用いることが出来る。

[0270] 次いで図３３（Ｆ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄに対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみを覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄの表面は、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域が露出する。なお、この低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの一部は、ベース路９５Ｐ（ベース路形成予定領域９５Ｐｆ）からはみ出ていてもよい。この工程は、所謂フォトリソグラフィとなる。

[0271] その後、図３３（Ｇ）に示す低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄにおける低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域を除去する。結果、低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。この工程は、所謂エッチングとなる。最後に、図３３（Ｈ）に示すように、必要に応じて低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去して、低抵抗部分通電区９５Ｑを露出させる。以上の工程を経てセンサ構造が完成する。

[0272] 次に図３４を参照して、半導体プロセスやＭＥＭＳ工程等で用いられる手法を用いて、図１Ｅで示すセンサ構造をセンサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法について説明する。

[0273] まず、図３４（Ａ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の母材の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。これは、各種蒸着法や塗布法等を用いることが出来る。

[0274] 次いで、図３４（Ｂ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄに対して、通電区形成予定領域９５Ｑｆのみを覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、母材表面は、通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域が露出する。この工程は、所謂フォトリソグラフィとなる。

[0275] その次に、図３４（Ｃ）に示す低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップにおいて、通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域の低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを除去することで、低抵抗部分通電区９５Ｑを形成する。この工程は、所謂エッチングとなる。

[0276] その後、図３４（Ｄ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、フォトレジストとなる低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去する。結果、低抵抗部分通電区９５Ｑが露出される。なお、フォトレジスト剤自体が導電性を有する場合は、この低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを残したままでもよい。

[0277] 更に図３４（Ｅ）に示すベース路用導電層形成ステップにおいて、低抵抗部分通電区９５と重畳するベース路形成予定領域９５Ｐｆを含む範囲の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層９５Ｐｄを形成する。これは、各種蒸着法や塗布法等を用いることが出来る。

[0278] 次いで図３４（Ｆ）に示すベース路用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路用導電層９５Ｐｄに対して、ベース路形成予定領域９５Ｐｆのみ

を覆うベース路用マスキング層９５Ｐｍを形成する。結果、ベース路用導電層９５Ｐｄの表面は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆ以外の領域が露出する。なお、このベース路形成予定領域９５ＱＰの一部から、低抵抗部分通電区９５Ｑがはみ出ていてもよい。この工程は、所謂フォトリソグラフィとなる。

[0279] その後、図３４（Ｇ）に示すベース路用導電性材料除去ステップにおいて、ベース路用導電層９５Ｐｄにおけるベース路形成予定領域９５Ｐｆ以外の領域を除去する。結果、ベース路９５Ｐが形成される。この工程は、所謂エッチングとなる。最後に、図３４（Ｈ）に示すように、必要に応じてベース路用マスキング層９５Ｐｍを除去して、ベース路９５Ｐを露出させる。以上の工程を経てセンサ構造が完成する。

[0280] 次に図３５を参照して、半導体プロセスやＭＥＭＳ工程等で用いられる手法を用いて、図２９（Ａ）で示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）の表面に形成するパターンニング方法について説明する。

[0281] まず図３５（Ａ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0282] 次に図３５（Ｂ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄに対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみを覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域が露出される。この工程は、所謂フォトリソグラフィとなる。

[0283] その次に、図３５（Ｃ）に示す低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップにおいて、通電区形成予定領域９５Ｑｆ以外の領域の低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを除去することで、低抵抗部分通電区９５Ｑを形成する。この工程は、所謂エッチングとなる。

[0284] 最後に、図３５（Ｄ）に示すように、必要に応じて低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去して、低抵抗部分通電区９５Ｑを露出させる。以上の工程を経てセンサ構造が完成する。

[0285] 次に図３６を参照して、図１Ｉ（Ａ）で示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法について説明する。なお、説明の便宜上、母材３２が狭い表面積となる場合を例示するが、実際には、壁紙や板材、トンネルの内壁、橋梁の橋桁等の大きな面積に適用され得る。

[0286] 図３６（Ａ）に示すベース路形成ステップにおいて、母材３２の表面に対して、ベース路用導電性材料を塗布する等によってベース路９５Ｐを形成する。このように、母材３２の全体又は広範囲にベース路９５Ｐを形成する場合は、ベース路用マスキング層の形成は不要となる。

[0287] 次に図３６（Ｂ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを有するベース路９５Ｐの表面に対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。結果、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみが露出される。

[0288] 次いで図３６（Ｃ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0289] その後図３６（Ｄ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去する。結果、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの範囲に低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄが残存し、それにより複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。以上の工程を経て、センサ構造が完成する。

[0290] 図３７を参照して、図１Ｆ（Ｃ）で示すセンサ構造を、センサ構造付部材３０の母材（被測定対象物）３２の表面に形成するパターンニング方法につ

いて説明する。

[0291] 図３７（Ａ）に示す高抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の高抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｔｆが露出するように、その周囲を覆う高抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｔｍを形成する。

[0292] 次に図３７（Ｂ）に示す高抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の高抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｔｆを含む範囲に対して、高抵抗部分通電区用導電性材料を用いて高抵抗部分通電区用導電層９５Ｔｄを形成する

[0293] その後、図３７（Ｃ）に示す高抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、高抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｔｍを除去し、高抵抗部分通電区用導電層９５Ｔｄの一部が残存することで、複数の高抵抗部分通電区９５Ｔが形成される。

[0294] 次に図３７（Ｄ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを露出させる。なお、この低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍは、高抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｔｍを兼用すると共に、その配置場所を、高抵抗部分通電区９５Ｔの配置周期から半位相ずらすようにしても良い。このようにすると、対となる高抵抗部分通電区９５Ｔを懸架するように、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆが位置決めされる。

[0295] 次に図３７（Ｅ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0296] 最後に図３７（Ｆ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを除去し、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄの一部が残存することで、複数の低抵抗部分通電区

９５Ｑが形成される。結果、高抵抗部分通電区９５Ｔと低抵抗部分通電区９５Ｑの少なくとも一部とが互いに重なるように形成することができる。

[0297] 次に、図３８を参照して、建設現場や施工現場等の現地において、資材となる母材３２に対して、図１Ｂに示すようなセンサ構造５００をパターニングする方法を説明する。

[0298] 図３８（Ａ）に示すベース路用マスキング層形成ステップにおいて、例えば、壁材となる母材３２の表面に、蛇行状となるベース路形成予定領域９５Ｐｆの周囲を覆うベース路用マスキング層９５Ｐｍを形成する。なお、このベース路用マスキング層９５Ｐｍは、剥離可能なシール素材とすることが望ましい。結果、母材表面は、ベース路形成予定領域９５Ｐｆのみが露出する。

[0299] 次いで、図３８（Ｂ）に示すベース路用導電層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆを含む範囲の母材の表面に対して、液状又はペースト状となるベース路用導電性材料を、刷毛、塗布ローラ、スプレー、インクジェット等を用いて塗ることで、ベース路用導電層９５Ｐｄを形成する。

[0300] その後、図３８（Ｃ）に示すベース路用マスキング層除去ステップにおいて、ベース路用マスキング層９５Ｐｍを剥離除去する。結果、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの範囲にベース路用導電層９５Ｐｄが残存し、それによりベース路９５Ｐが形成される。

[0301] 更に図３８（Ｄ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップにおいて、ベース路形成予定領域９５Ｐｆの範囲内に複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを有するベース路用導電層９５Ｐｄ（ここでは完成したベース路９５Ｐ）の表面に対して、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを形成する。この低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍも、剥離可能なシール材であることが望ましい。結果、ベース路９５Ｐに沿って、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆのみが露出される。なお、位置決めの簡便性から

、この低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの一部は、完成したベース路９５Ｐから積極的にはみ出るようにしている。

[0302] 次いで図３８（Ｅ）に示す低抵抗部分通電区用導電層形成ステップにおいて、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆを含む範囲の表面に対して、液状又はペースト状の低抵抗部分通電区用導電性材料を、刷毛、塗布ローラ、スプレー、インクジェット等を用いて塗ることで、低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄを形成する。

[0303] その後図３８（Ｆ）に示す低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップにおいて、低抵抗部分通電区用マスキング層９５Ｑｍを剥離除去する。結果、低抵抗部分通電区形成予定領域９５Ｑｆの範囲に低抵抗部分通電区用導電層９５Ｑｄが残存し、それにより複数の低抵抗部分通電区９５Ｑが形成される。以上の工程を経て、センサ構造５００が完成する。

[0304] 本発明の実施例は、上記実施の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内において種々変更を加え得ることは勿論である。

符号の説明

[0305] １ 計測システム

１０ 建造物

１２ 構造体

１４ 梁

３０ センサ構造付部材

３２ 母材

４０ 雄ねじ体

４２ 頭部

４４ 軸部

５０ ワッシャ

５４ 基板

９１ 電気絶縁層

９２ 通電路

９２Ｔ　上層側通電路

９２Ｕ　下層側通電路

９２Ｘ　第一部分通電路

９２Ｙ　第二部分通電路

９５Ｐ　ベース路

９５Ｑ　低抵抗部分通電区

９５Ｔ　高抵抗部分通電区

９５Ｕ　補助通電区

１００　情報収集装置

４００Ａ　センサ構造付部材

４００Ｂ　センサ構造付部材

４００Ｃ　センサ構造付部材

４１０Ａ　軸部材

４１０Ｃ　レール部材

５００　センサ構造

請求の範囲

[請求項1] 第一導電材で構成され、互いに間隔を存して配置される複数の高抵抗部分通電区と、

当該第一導電材と比較して電気抵抗率が小さい第二導電材によって構成され、各々が、対となる当該高抵抗部分通電区を繋ぐように配置されると共に、互いに間隔を存して配置される複数の低抵抗部分通電区と、を備え、

当該高抵抗部分通電区及び当該低抵抗部分通電区の双方を含む範囲の電気抵抗値の変化によって、物理現象を検出することを特徴とするセンサ構造。

[請求項2] 前記高抵抗部分通電区及び前記低抵抗部分通電区はそれぞれ平面状となっており、

前記高抵抗部分通電区と前記低抵抗部分通電区が重なるようにして、互いに面接触することを特徴とする、

請求の範囲１に記載のセンサ構造。

[請求項3] 前記第二導電材と比較して電気抵抗率が大きい導電材で構成され、各々が、対となる前記高抵抗部分通電区を繋ぐように配置される補助通電区を備えることを特徴とする、

請求の範囲１又は２に記載のセンサ構造。

[請求項4] 第一導電材で構成されるベース路を備え、

前記低抵抗部分通電区が、互いに間隔を存して当該ベース路の表面に接触するように複数配設され、

前記ベース路における、複数の前記低抵抗部分通電区の間隔に相当する領域の少なくとも一部が、前記高抵抗部分通電区となり、

前記ベース路における前記低抵抗部分通電区と当接する領域が前記補助通電区となることを特徴とする、

請求の範囲３に記載のセンサ構造。

[請求項5] 測定対象となる部材の全部又は一部に、請求の範囲１乃至４のいず

れかに記載のセンサ構造が配設されることを特徴とするセンサ構造付部材。

[請求項6] 前記高抵抗部分通電区又は前記低抵抗部分通電区が前記部材の表面に直接形成されることを特徴とする、

請求の範囲５に記載のセンサ構造付部材。

[請求項7] 前記部材の表面の異なる場所に、複数の前記センサ構造が配設されることを特徴とする、

請求の範囲５又は６に記載のセンサ構造付部材。

[請求項8] 前記部材の表面における一端近傍から他端近傍までの全域に亘って、前記センサ構造が配接されることを特徴とする、

請求の範囲５乃至７のいずれかに記載のセンサ構造付部材。

[請求項9] 前記部材の表面における一端近傍から他端近傍までの全域に亘って、単一通電経路となる前記センサ構造が配接されることを特徴とする、

請求の範囲５乃至７のいずれかに記載のセンサ構造付部材。

[請求項10] 前記部材が導電材で構成されることで前記高抵抗通電区を兼ねるようになっており、

前記部材の表面に前記低抵抗部分通電区が間隔を存して配設されることで、前記センサ構造が形成されることを特徴とする、

請求の範囲５乃至９のいずれかに記載のセンサ構造付部材。

[請求項11] 第一導電材で構成されるベース路と、

当該ベース路の表面に接触するように複数配設され、当該第一導電材と比較して電気抵抗率が小さい導電材で構成される低抵抗部分通電区と、を有し、

前記ベース路及び前記低抵抗部分通電区の双方を含む範囲の電気抵抗値の変化によって、物理現象を検出することを特徴とするセンサ構造。

[請求項12] 前記ベース路の少なくとも一方の表面に、複数の前記低抵抗部分通

電区が配設されることを特徴とする、

請求の範囲１１に記載のセンサ構造。

[請求項13] 前記ベース路の変形に起因する前記電気抵抗値の変化を検出することを特徴とする、

請求の範囲１１又は１２に記載のセンサ構造。

[請求項14] 電圧が印加される両端間において分岐及び合流する複数の並列通電部を有しており、

複数の当該並列通電部のそれぞれに、前記ベース路及び複数の前記低抵抗部分通電区が配設されることを特徴とする、

請求の範囲１１乃至１３のいずれかに記載のセンサ構造。

[請求項15] 互いに隣接されて電圧が印加される一対の端子を有すると共に、

一方の当該端子から離反して他方の当該端子に戻る通電経路を有するようになっており、

当該通電経路の途中に、前記ベース路及び複数の前記低抵抗部分通電区が配設されることを特徴とする、

請求の範囲１１乃至１４のいずれかに記載のセンサ構造。

[請求項16] 前記ベース路の層厚が、前記低抵抗部分通電区の層厚よりも大きいことを特徴とする、

請求の範囲１１乃至１５のいずれかに記載のセンサ構造。

[請求項17] 測定対象となる部材の全部又は一部に、請求の範囲１１乃至１６のいずれかに記載のセンサ構造が配設されることを特徴とするセンサ構造付部材。

[請求項18] 前記ベース路又は前記低抵抗部分通電区が前記部材の表面に直接形成されることを特徴とする、

請求の範囲１７に記載のセンサ構造付部材。

[請求項19] 前記部材の表面の異なる場所に、複数の前記センサ構造が配設されることを特徴とする、

請求の範囲１７又は１８に記載のセンサ構造付部材。

[請求項20] 前記部材が導電材で構成されることで前記ベース路を兼ねるようになっており、

前記部材の表面に前記低抵抗部分通電区が配設されることで、前記センサ構造が形成されることを特徴とする、

請求の範囲１７乃至１９のいずれかに記載のセンサ構造付部材。

[請求項21] 互いに間隔を存して配置される複数の高抵抗部分通電区及び当該高抵抗部分通電区を繋ぐように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

少なくとも複数の高抵抗部分通電区形成予定領域が露出するように、その周囲を覆う高抵抗部分通電区用マスキング層を形成する高抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該高抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該高抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、高抵抗部分通電区用導電性材料を用いて高抵抗部分通電区用導電層を形成する高抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

複数の低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該高抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該高抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、高抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該高抵抗部分通電区を形成する高抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項22] 前記高抵抗部分通電区と前記低抵抗部分通電区の少なくとも一部が互いに重なるように形成されることを特徴とする、

請求の範囲２１に記載のセンサ構造のパターニング方法。

[請求項23] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

当該被測定対象物の表面に対して、ベース路用導電性材料を用いてベース路を形成するベース路形成ステップと、

当該ベース路形成ステップよりも後工程に実行され、複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する当該ベース路に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該ベース路に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項24] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

ベース路形成予定領域を有する当該被測定対象物の表面に対して、当該ベース路形成予定領域の周囲を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、

当該ベース路用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、

当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域の範囲内に複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する当該ベース路用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該ベース路用導電層に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路用マスキング層を除去することで、ベース路用導電層によって当該ベース路を形成するベース路用マスキング層除去ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行さ

れ、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項25] 前記ベース路用導電層形成ステップよりも前工程に実行され、当該被測定対象物の表面に対する当該ベース路形成予定領域に絶縁層を形成する絶縁層形成ステップを有することを特徴とする、請求の範囲２４に記載のセンサ構造のパターニング方法。

[請求項26] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

複数の低抵抗部分通電区形成予定領域を有する被測定対象物の表面に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域と重なるベース路形

成予定領域を有する当該被測定対象物の表面に対して、当該ベース路形成予定領域の周囲を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、

当該ベース路用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、

当該ベース路用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路用マスキング層を除去することで、ベース路用導電層によって当該ベース路を形成するベース路用マスキング層除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項27] 前記低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも前工程に実行され、当該被測定対象物の表面に対する当該ベース路形成予定領域に絶縁層を形成する絶縁層形成ステップを有することを特徴とする、

請求の範囲２６に記載のセンサ構造のパターニング方法。

[請求項28] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

当該ベース路を兼ねる被測定対象物の表面に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域の周囲を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用

いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層形成ステップよりも後工程に実行され、当該低抵抗部分通電区用マスキング層を除去することで、低抵抗部分通電区用導電層によって複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用マスキング層除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項29] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

ベース路形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、

当該ベース路用導電層に対して、当該ベース路形成予定領域を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域以外の領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、

当該ベース路用導電層における当該ベース路形成予定領域以外の領域を除去することで、当該ベース路を形成するベース路用導電性材料除去ステップと、

当該ベース路用導電性材料除去ステップよりも後工程に実行され、当該ベース路と重畳する複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲に対して、低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる

低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項30] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

低抵抗部分通電区形成予定領域を含む範囲の当該被測定対象物の表面に対して低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップよりも後工程に実行され、複数の当該低抵抗部分通電区と重畳するベース路形成予定領域を含む範囲に対してベース路用導電性材料を用いてベース路用導電層を形成するベース路用導電層形成ステップと、

当該ベース路用導電層に対して、当該ベース路形成予定領域を覆うベース路用マスキング層を形成して、当該ベース路形成予定領域以外の領域を露出させるベース路用マスキング層形成ステップと、

当該ベース路用導電層における当該ベース路形成予定領域以外の領域を除去することで、当該ベース路を形成するベース路用導電性材料

除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

[請求項31] ベース路及び当該ベース路に接触するように複数配設される低抵抗部分通電区を有するセンサ構造を、被測定対象物の表面に形成し、該被測定対象物と該センサ構造とを合わせて該被測定対象物自体をセンサ化する為のパターニング方法であって、

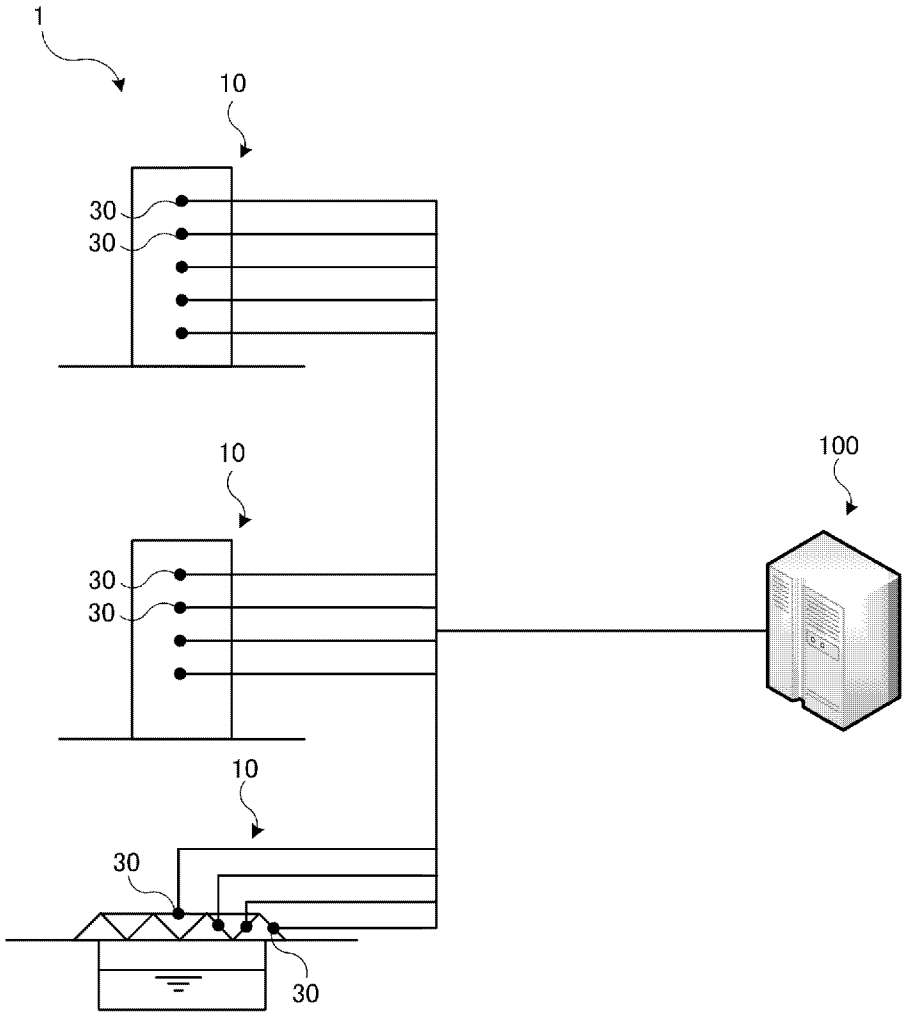
当該ベース路を兼ねる被測定対象物の表面に対して、低抵抗部分通電区形成予定領域を含むように低抵抗部分通電区用導電性材料を用いて低抵抗部分通電区用導電層を形成する低抵抗部分通電区用導電層形成ステップと、

当該低抵抗部分通電区用導電層に対して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域を覆う低抵抗部分通電区用マスキング層を形成して、複数の当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を露出させる低抵抗部分通電区用マスキング層形成ステップと、

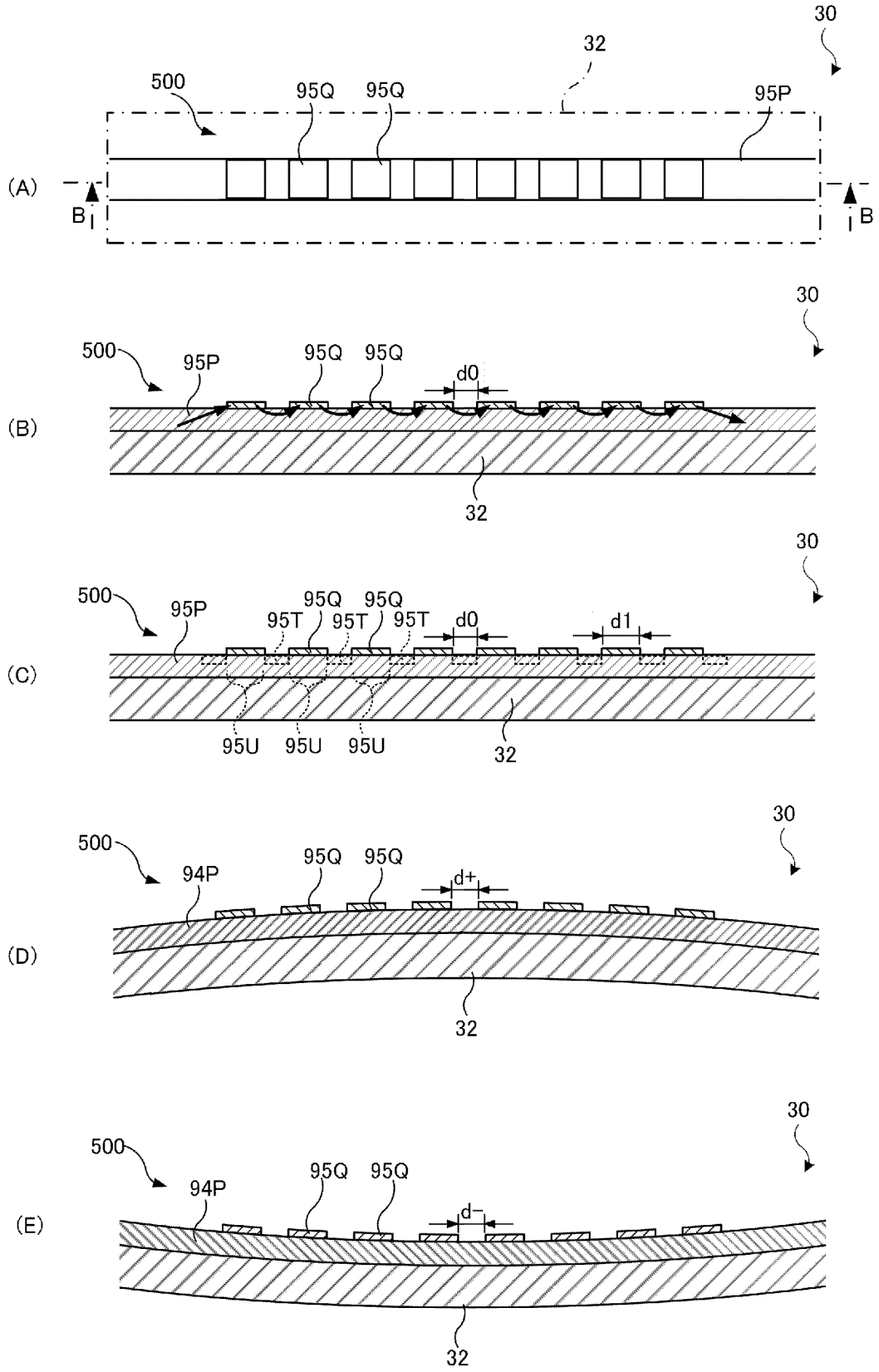
当該低抵抗部分通電区用導電層における当該低抵抗部分通電区形成予定領域以外の領域を除去することで、複数の当該低抵抗部分通電区を形成する低抵抗部分通電区用導電性材料除去ステップと、

を有することを特徴とするセンサ構造のパターニング方法。

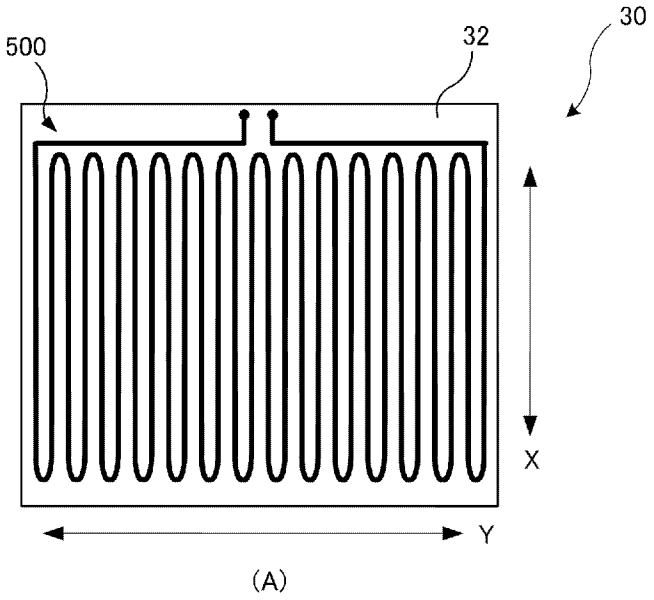
[図1A]



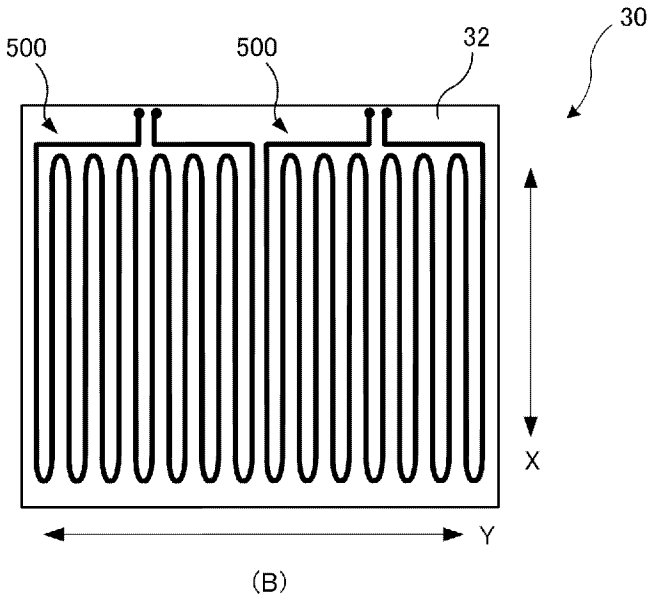
[図1B]


(A)
30
32
500
95Q
95Q
95P
B
B
(B)
30
500
95P
95Q
95Q
d0
32
(C)
30
500
95P
95Q
95Q
95T
95T
95T
d0
d1
95U
95U
95U
32
(D)
30
500
94P
95Q
95Q
d+
32
(E)
30
500
94P
95Q
95Q
d−
32

[図1C]

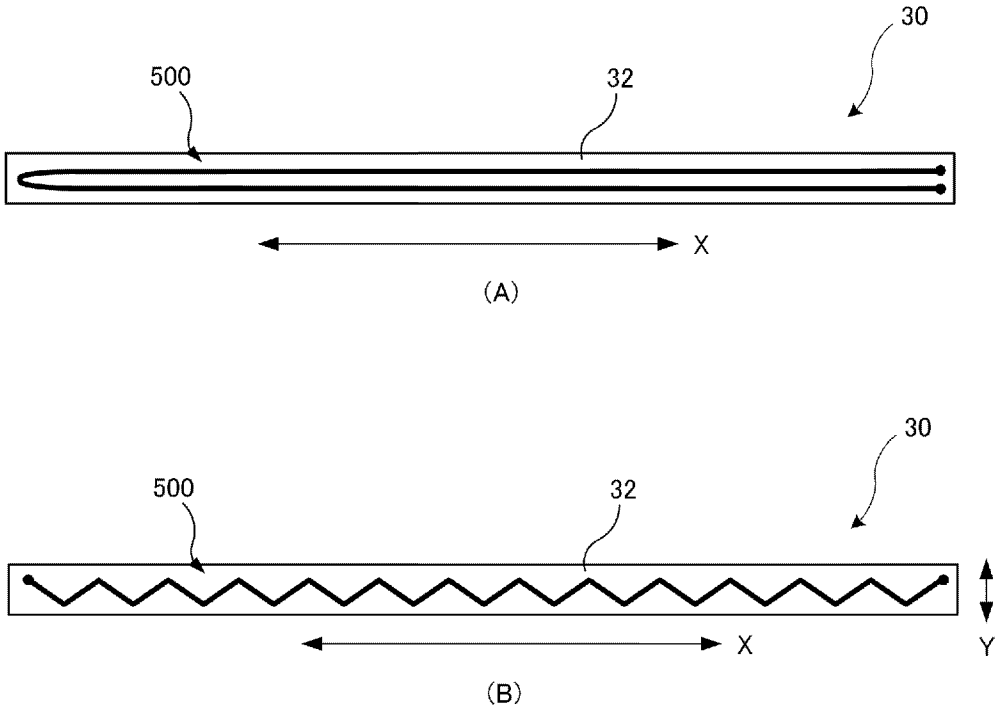


(A)

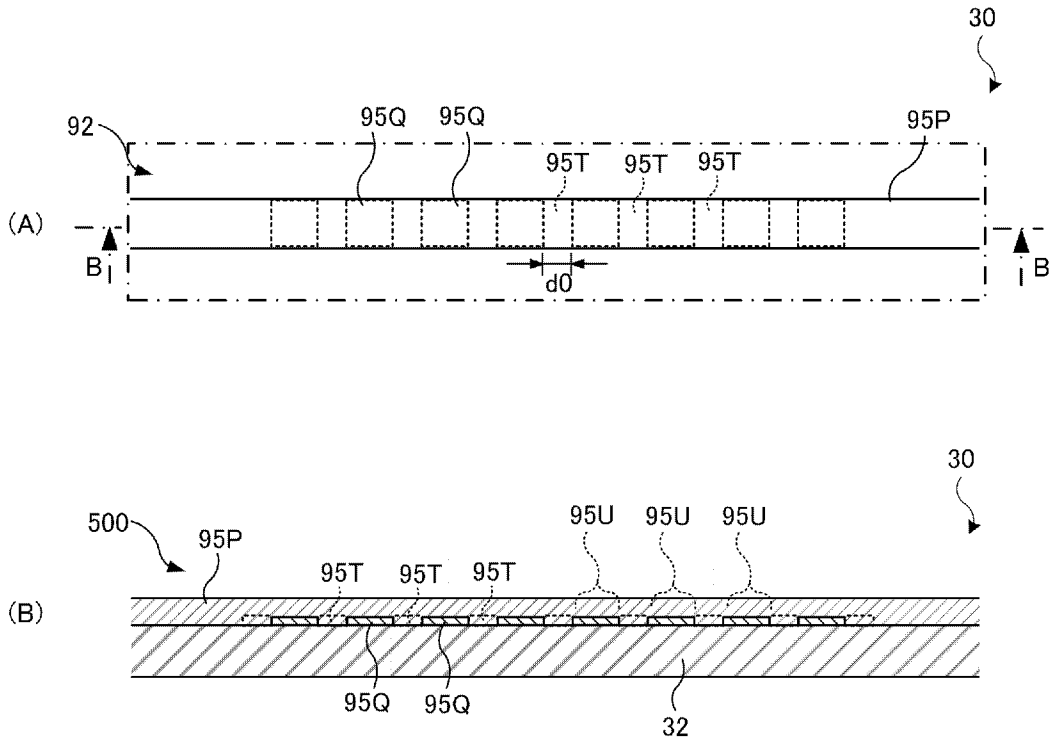


(B)

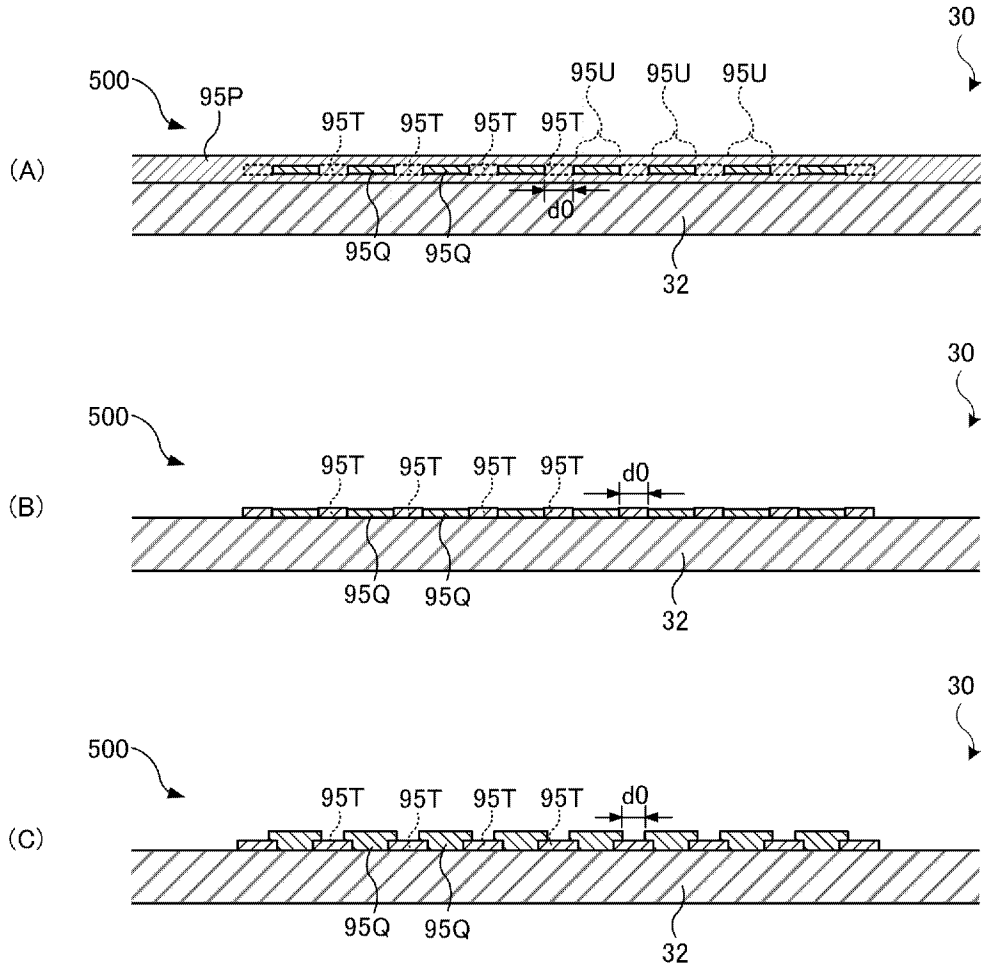
[図1D]



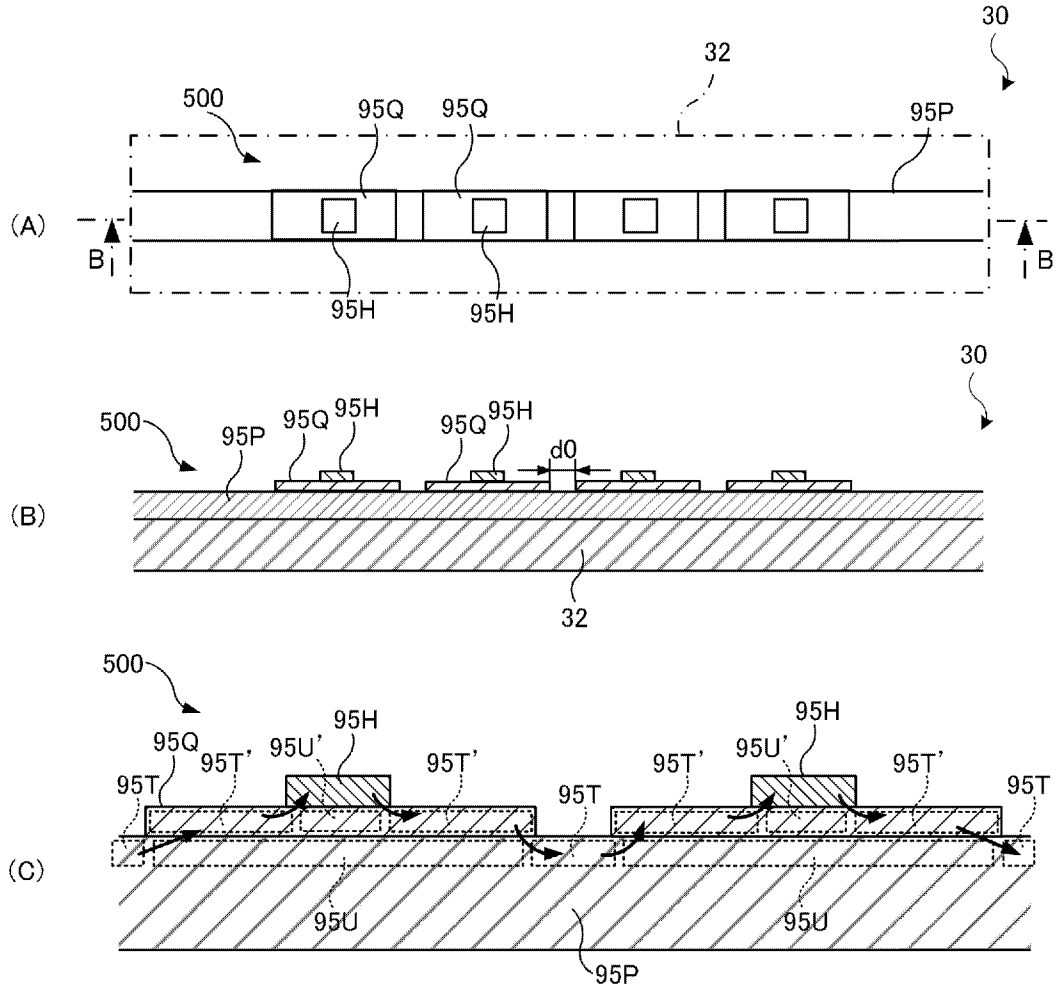
[図1E]


30
92
95Q
95Q
95P
95T
95T
95T
(A)
B
B
d0
30
500
95P
95U
95U
95U
95T
95T
95T
(B)
95Q
95Q
32

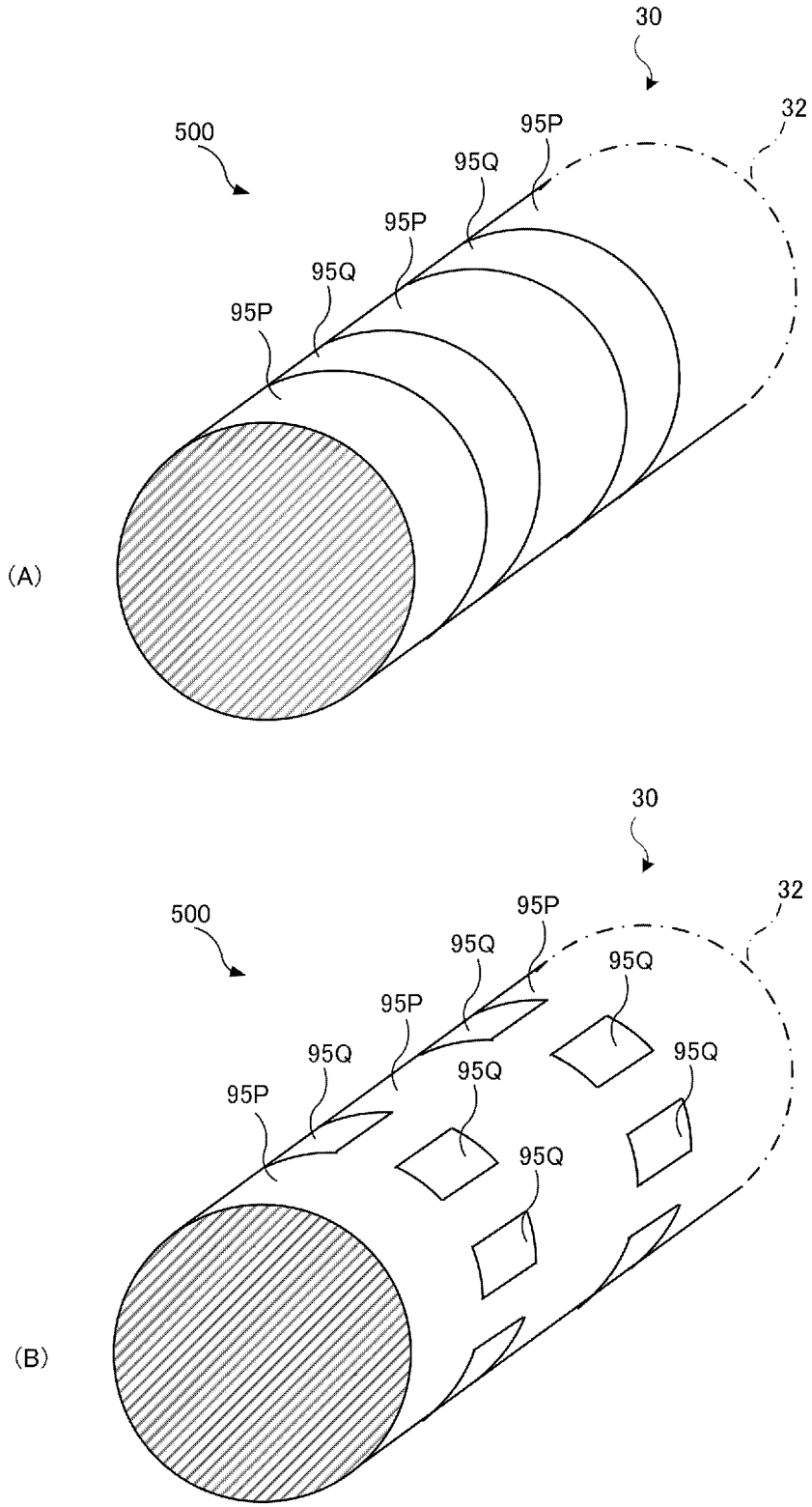
[図1F]


(A)
30
500
95P
95T
95T
95T
95T
95U
95U
95U
d0
95Q
95Q
32
(B)
30
500
95T
95T
95T
95T
d0
95Q
95Q
32
(C)
30
500
95T
95T
95T
95T
d0
95Q
95Q
32

[図1G]

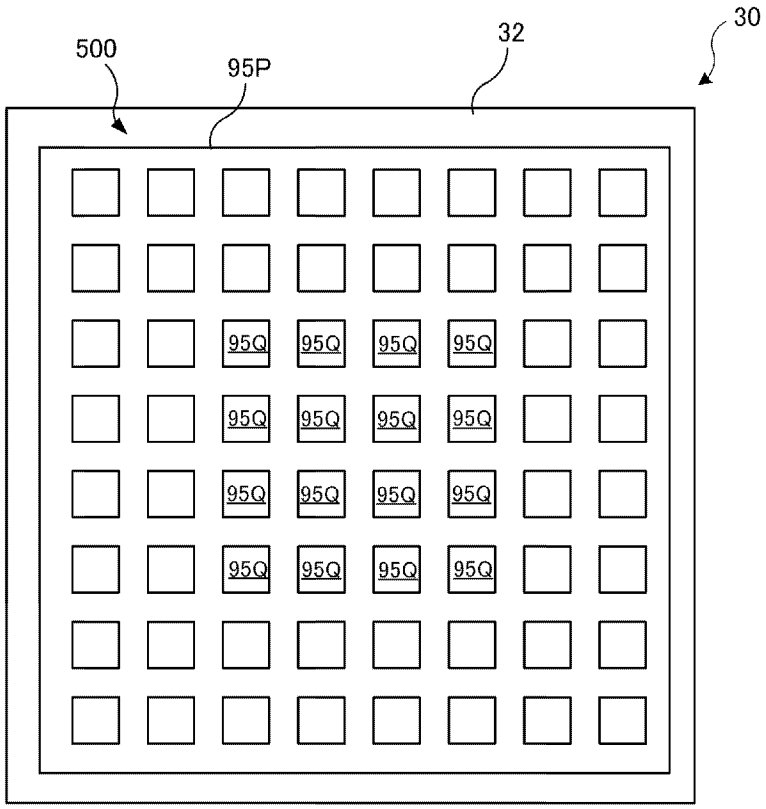

30
32
500
95Q
95Q
95P
(A)
B
B
95H
95H
30
500
95P
95Q
95H
95Q
95H
d0
(B)
32
500
95H
95H
95Q
95T'
95U'
95T'
95T'
95U'
95T'
95T
95T
95T
95T
(C)
95U
95U
95P

[図1H]

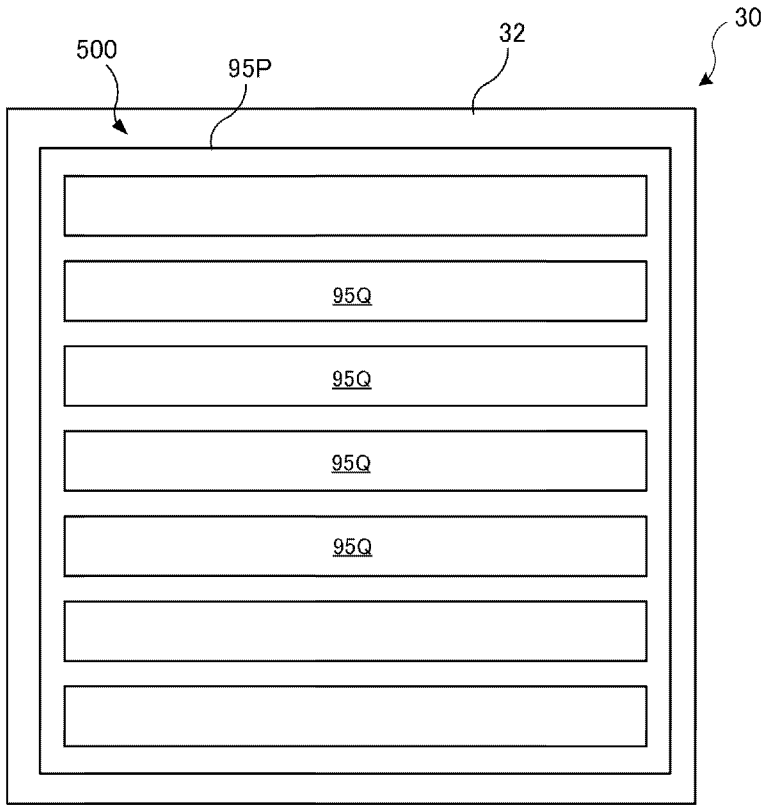

30
32
500
95P
95Q
95P
95Q
95P
(A)
30
32
500
95P
95Q
95Q
95P
95Q
95Q
95P
95Q
(B)

[図1I]

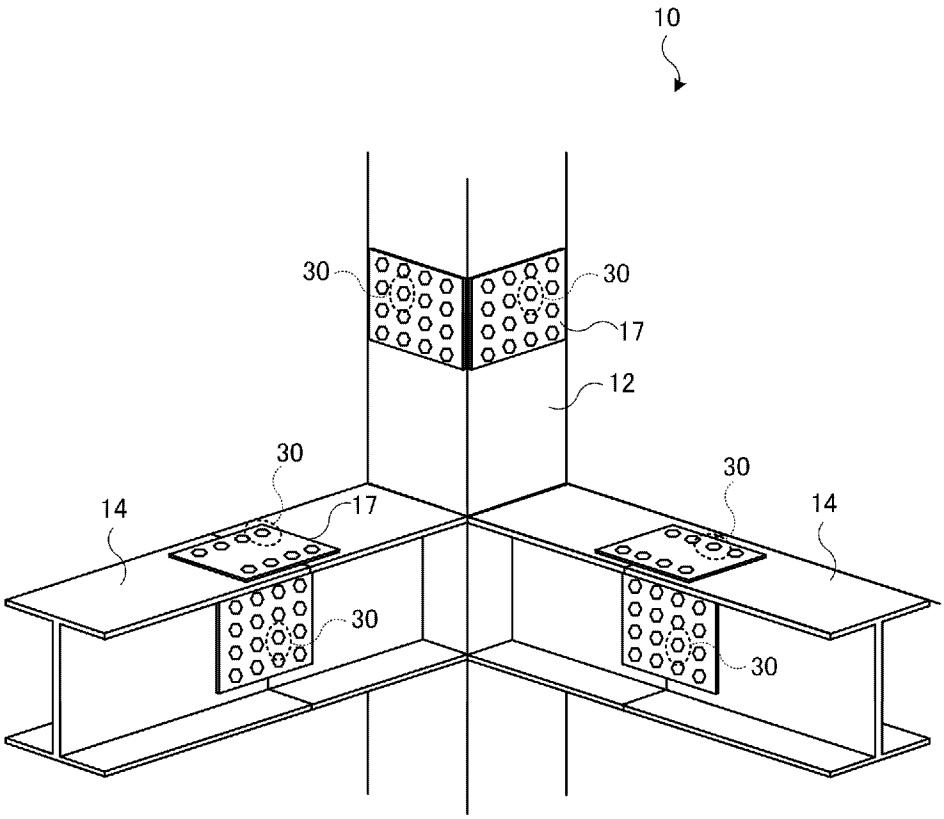
(A)



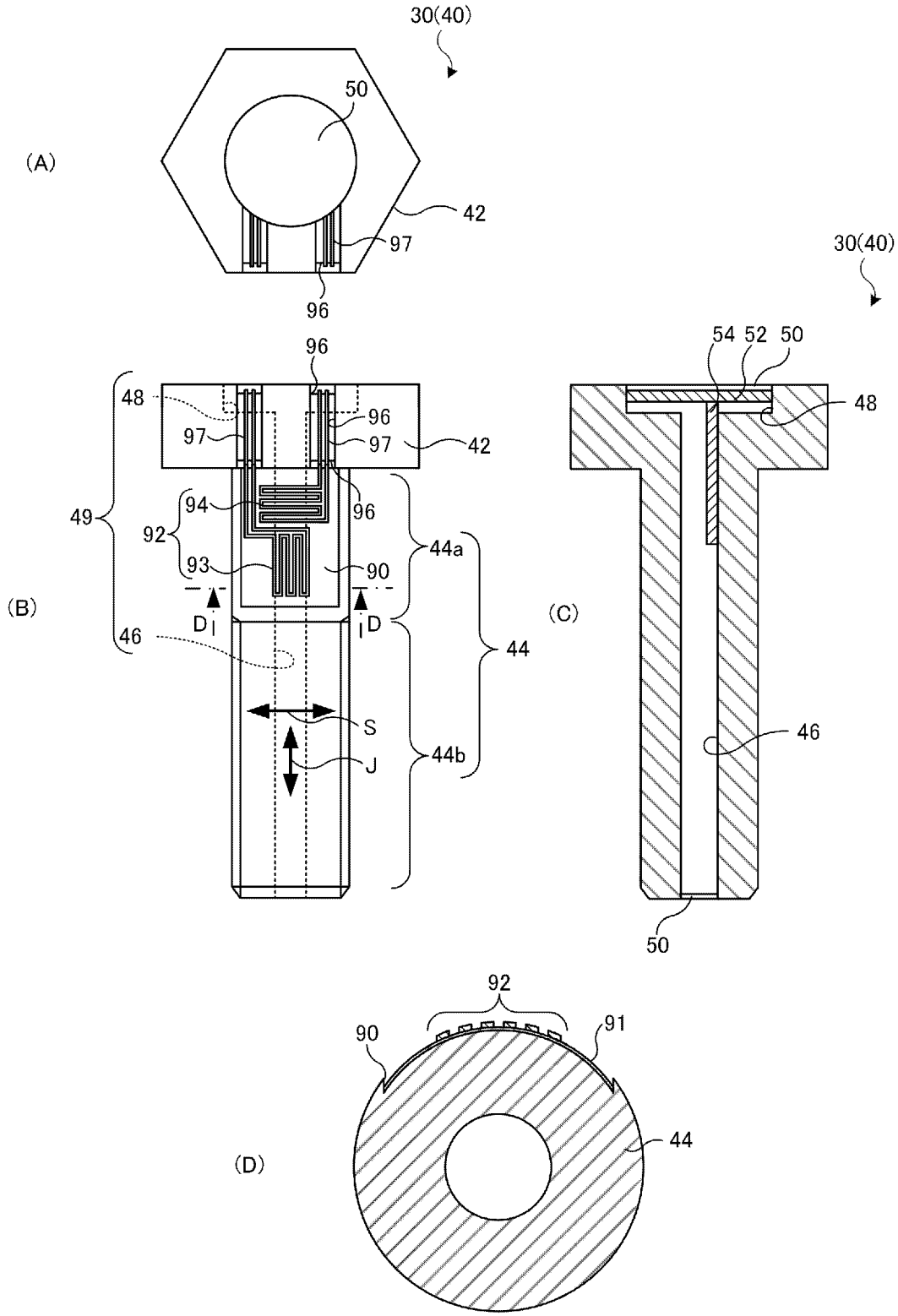
(B)



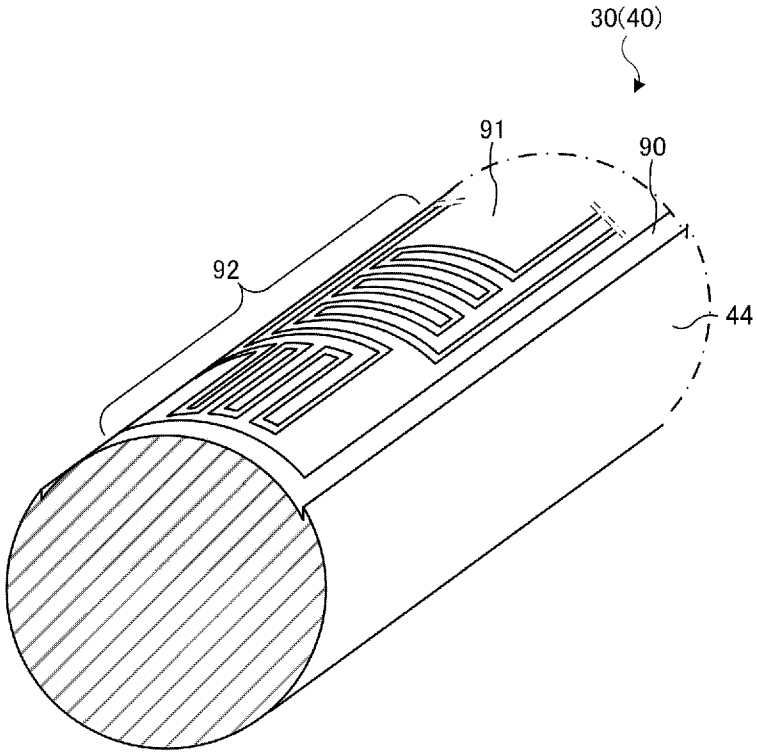
[図2]



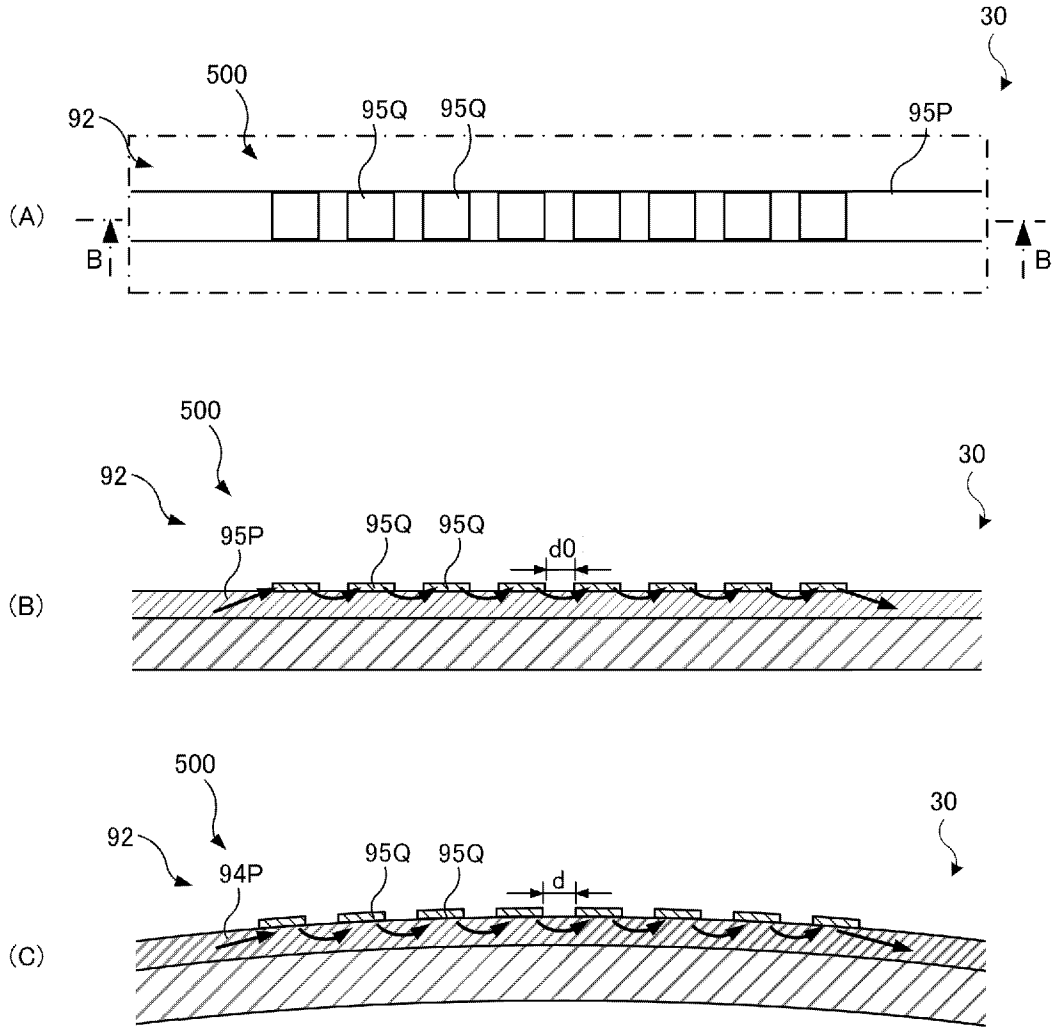
[図3]


30(40)
(A)
50
42
97
96
(B)
96
48
97
96
97
42
49
94
96
92
93
90
44a
D
D
46
44
S
J
44b
(C)
30(40)
54 52 50
48
46
50
(D)
92
90
91
44

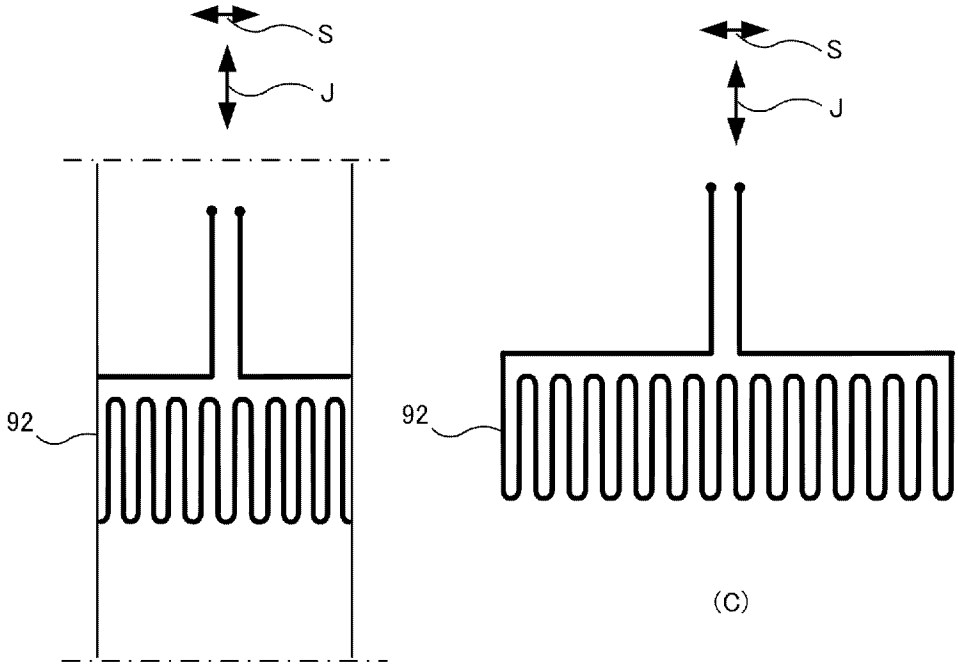
[図4A]



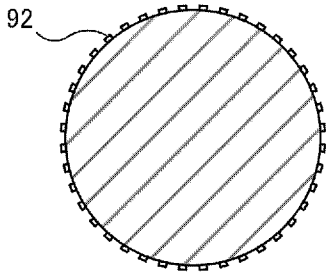
[図4B]


30
500
92
95Q
95Q
95P
(A)
B
B
500
92
30
95P
95Q
95Q
d0
(B)
500
92
30
94P
95Q
95Q
d
(C)

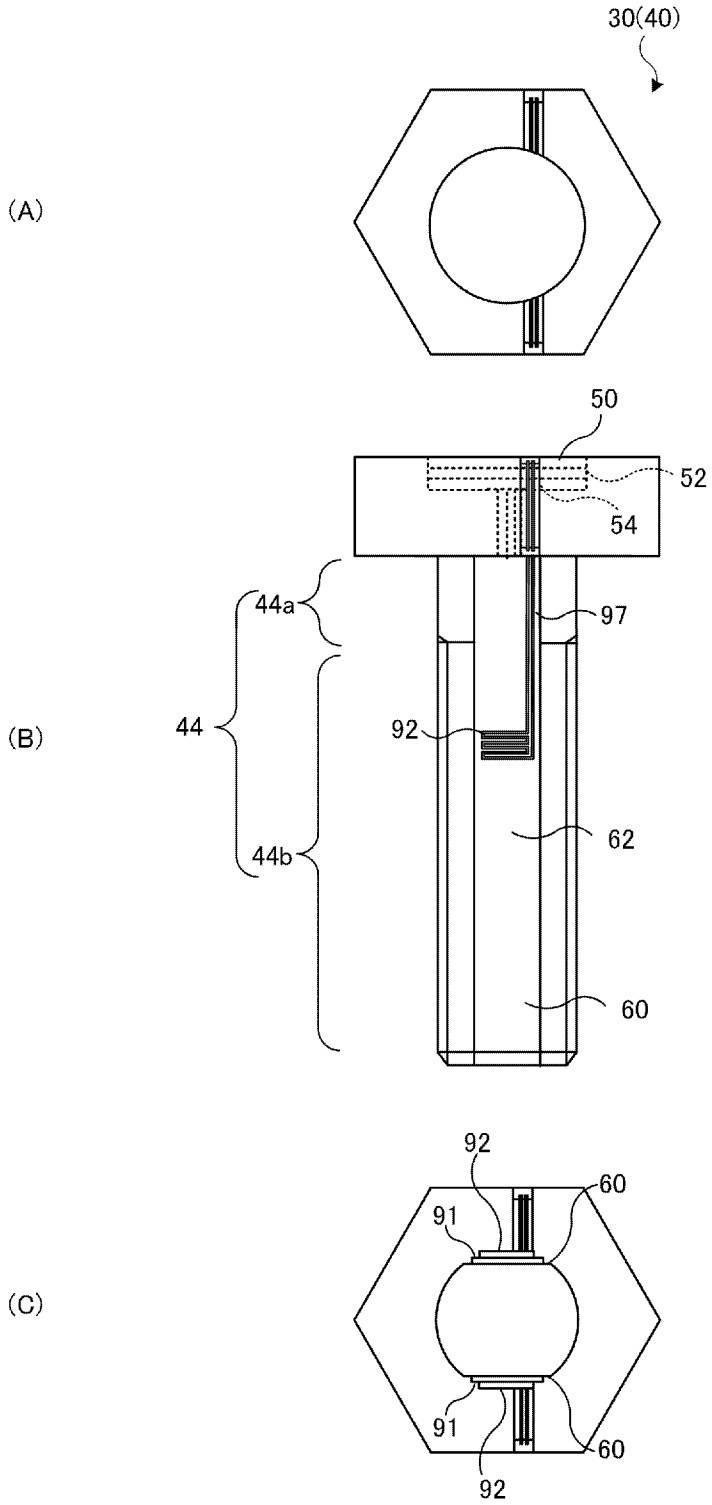
[図4C]



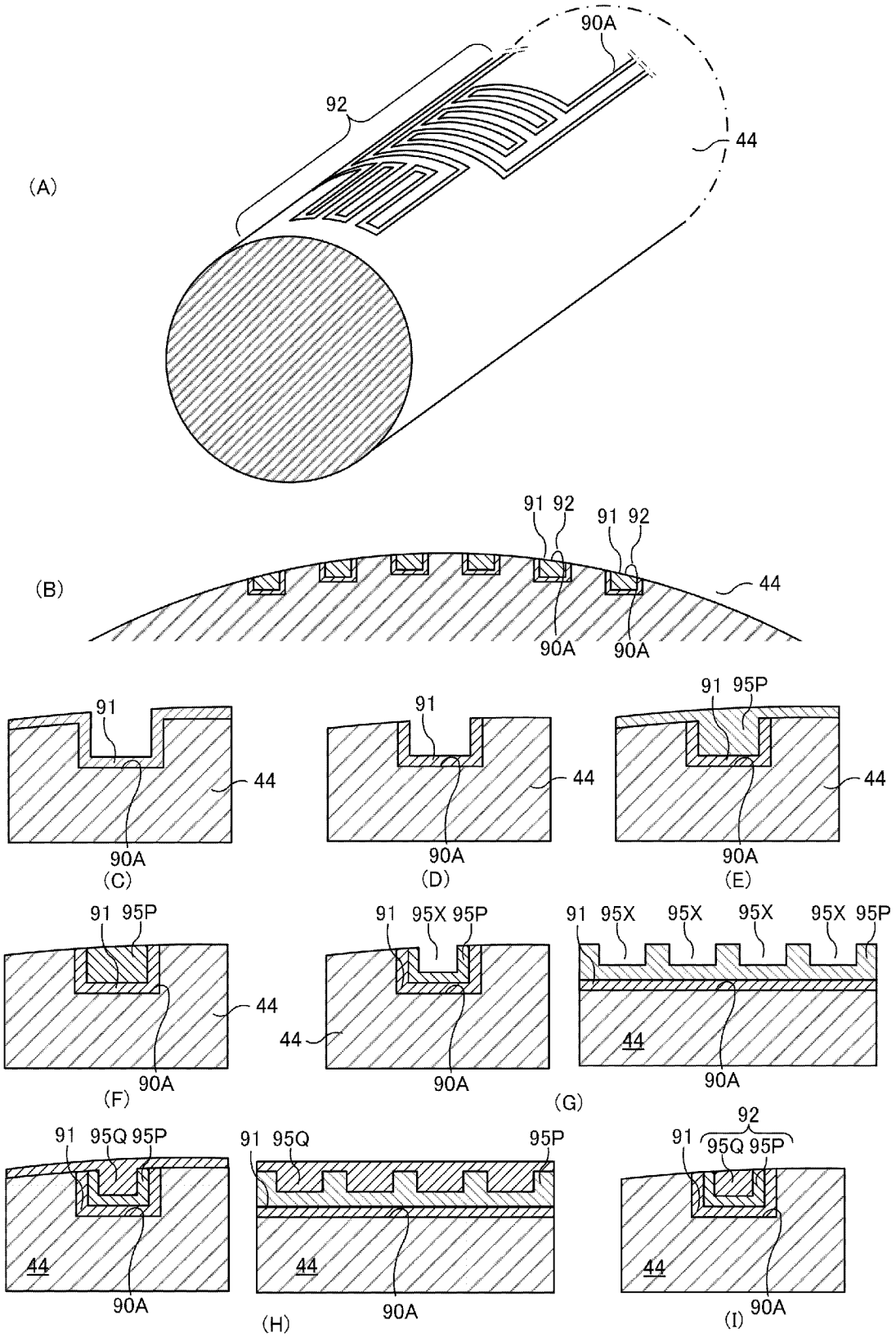
(A) (C)



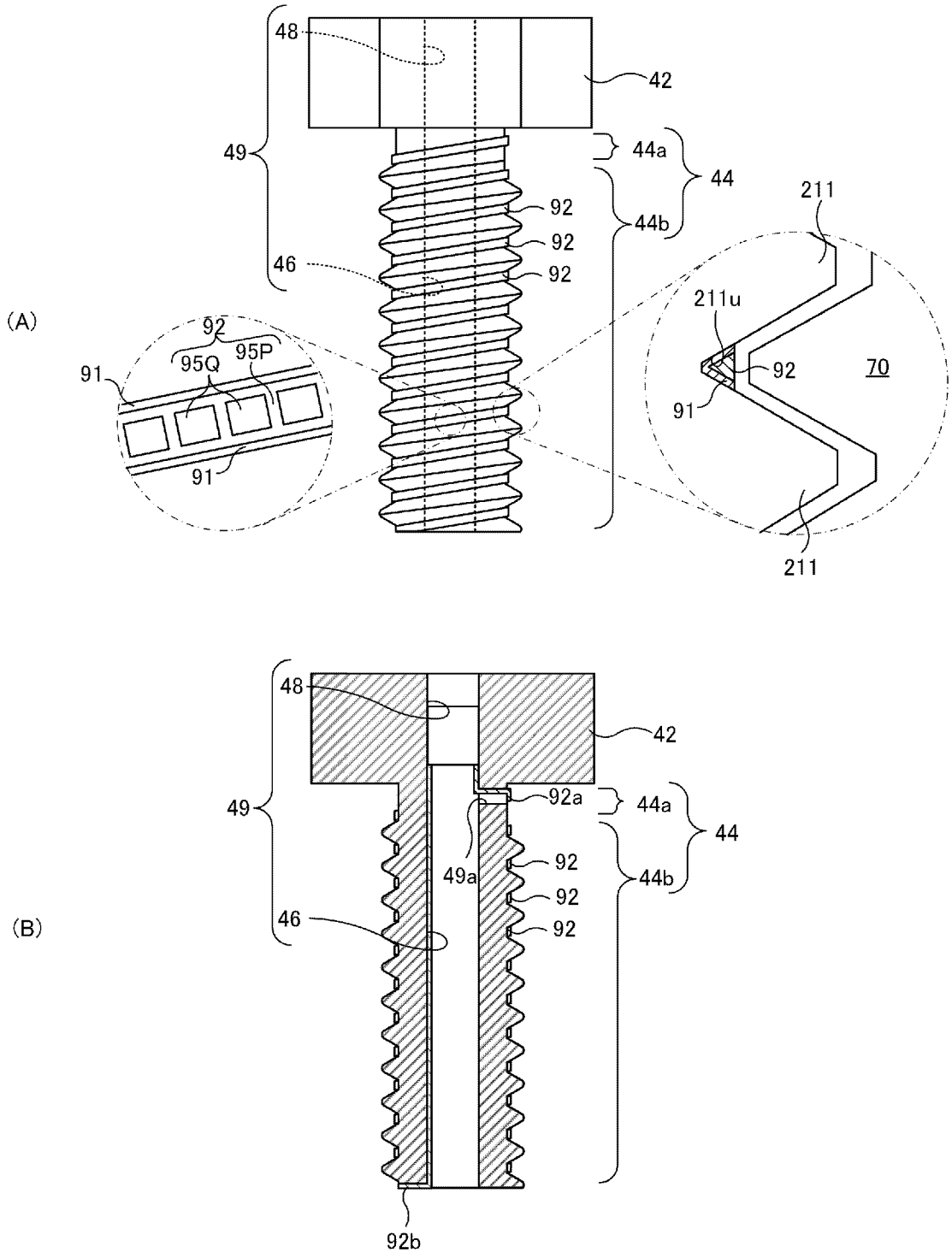
[図5A]



[図5B]

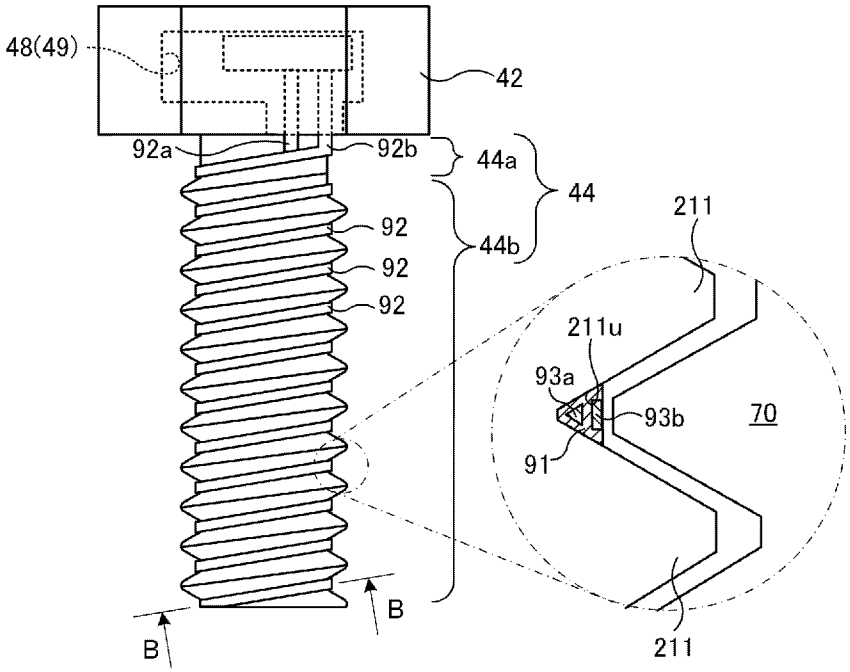

(A)
90A
92
44
(B)
91 92
91 92
44
90A
90A
91
44
90A
(C)
91
44
90A
(D)
91 95P
44
90A
(E)
91 95P
44
90A
(F)
91 95X 95P
44
44
90A
(G)
91 95X
95X
95X
95X 95P
44
90A
91 95Q 95P
44
90A
91 95Q
95P
44
90A
(H)
92
91
95Q 95P
44
90A
(I)

[図5C]

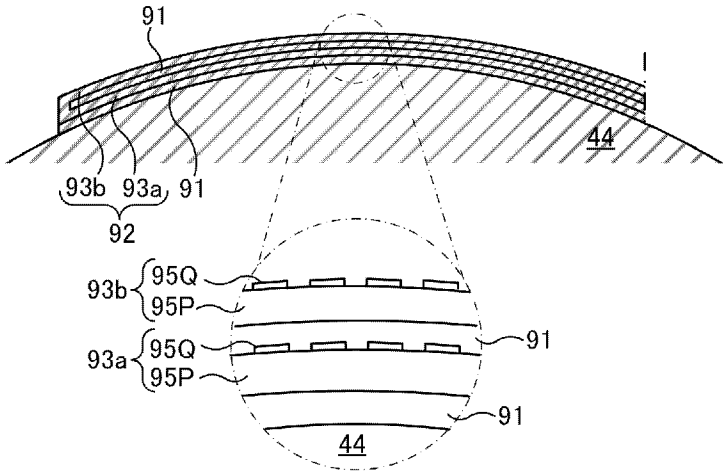

(A)
48
42
49
44a
44
44b
92
92
92
46
211
211u
92
70
91
92
95Q
95P
91
91
211
(B)
48
42
49
92a
44a
44
49a
92
92
92
44b
46
92b

[図5D]

(A)

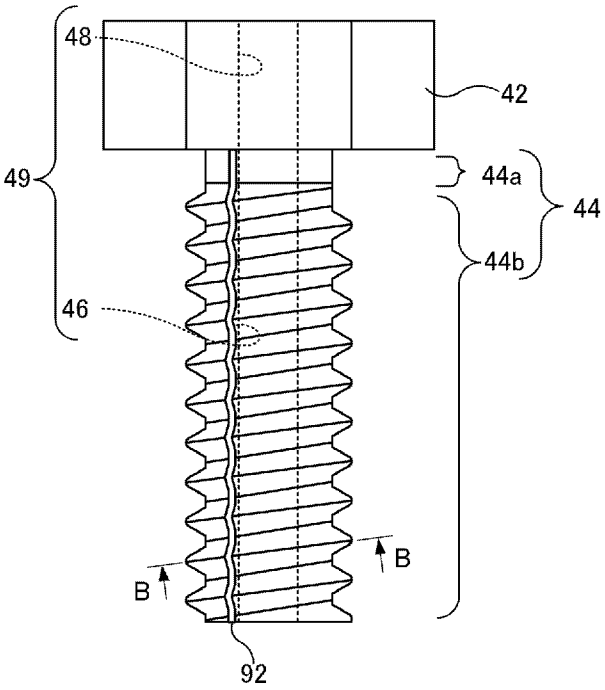

48(49)
42
92a
92b
44a
44
44b
92
92
92
211
211u
93a
93b
70
91
B
B
211

(B)

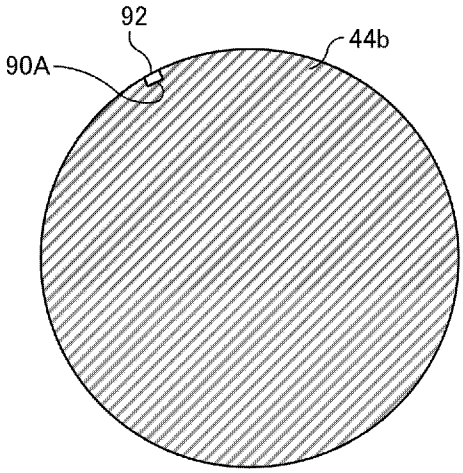

91
I
44
93b
93a
91
92
93b
95Q
95P
93a
95Q
95P
91
91
44

[図5E]

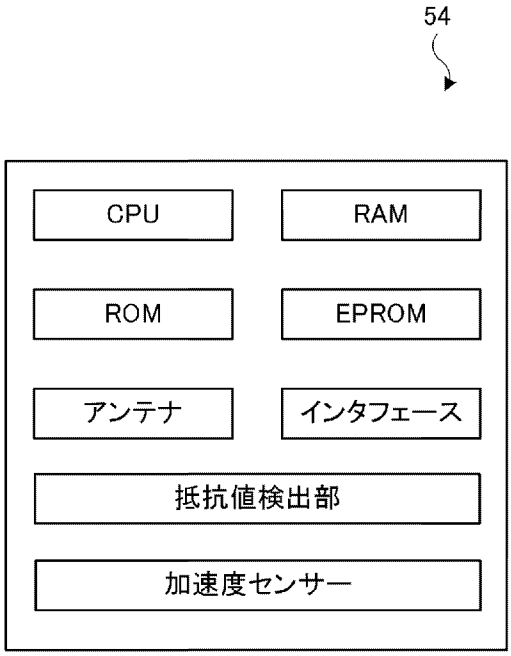
(A)



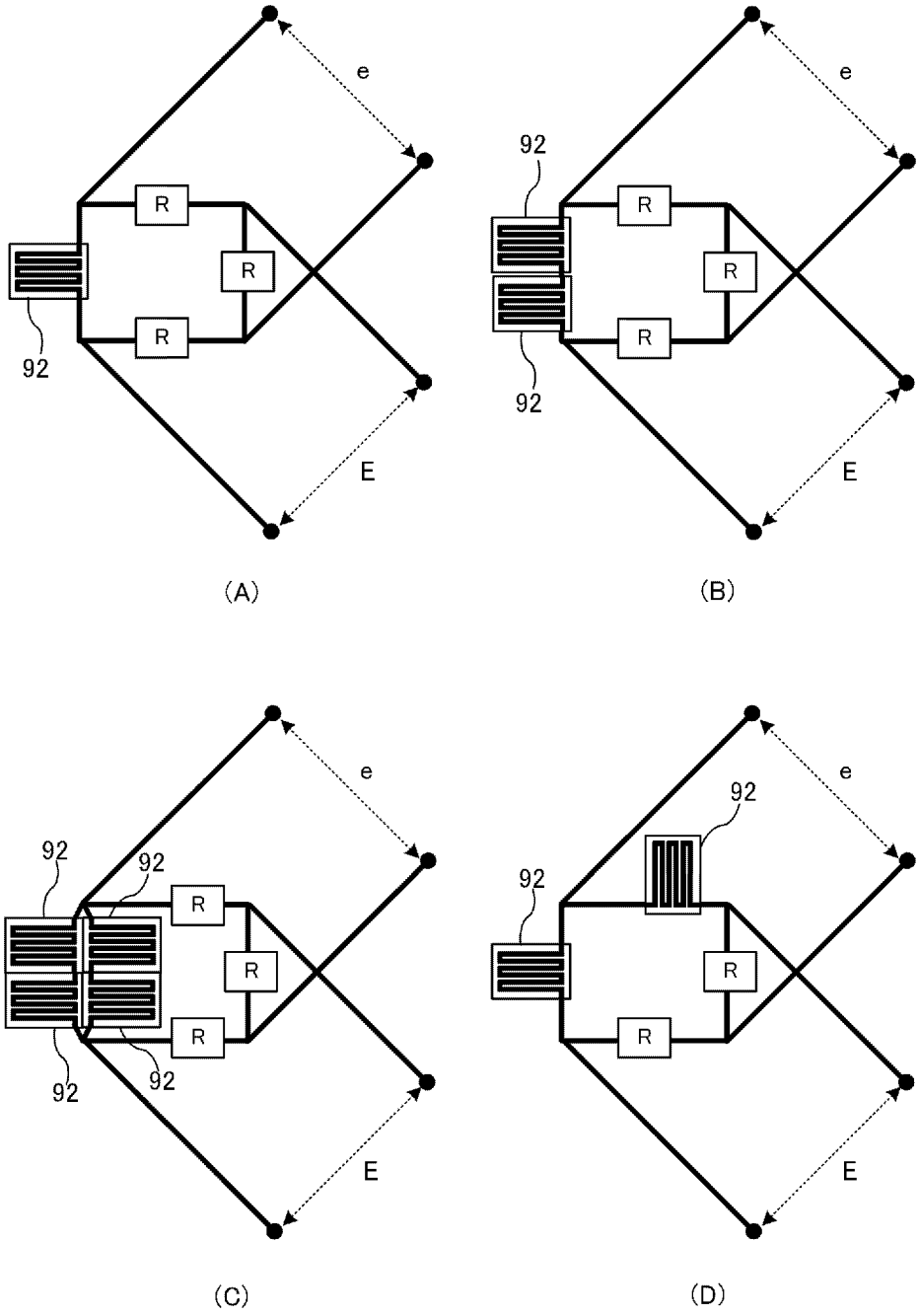
(B)



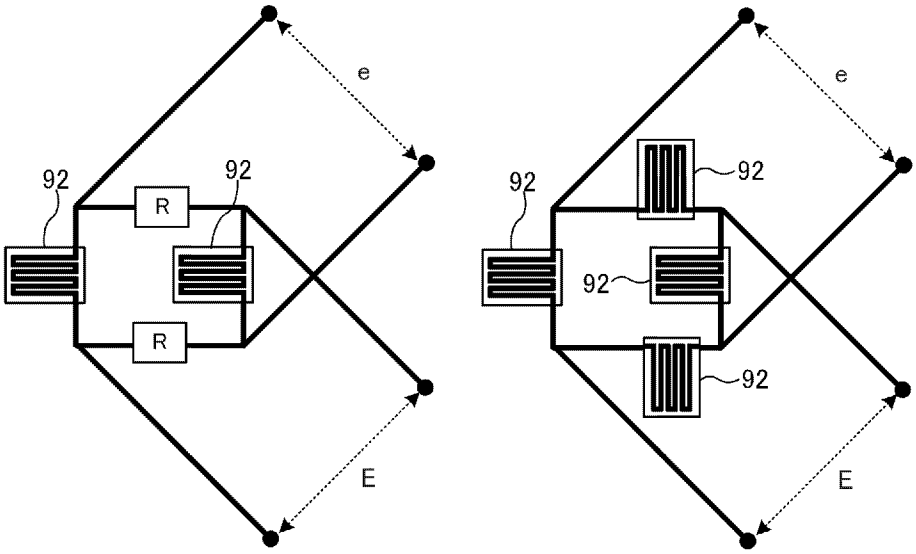
[図6A]



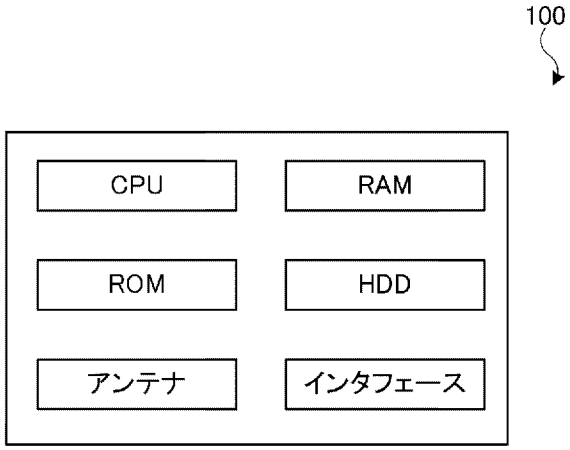
[図6B]

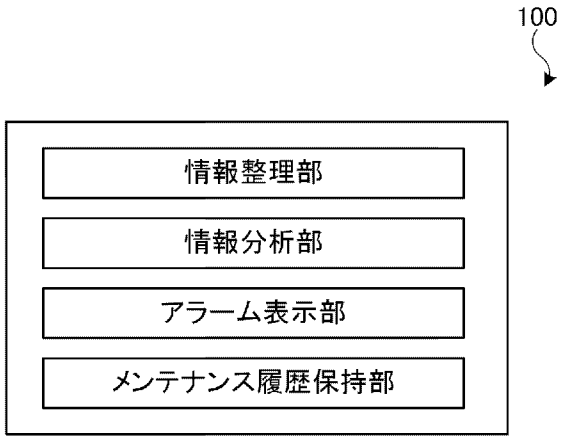


[図6C]

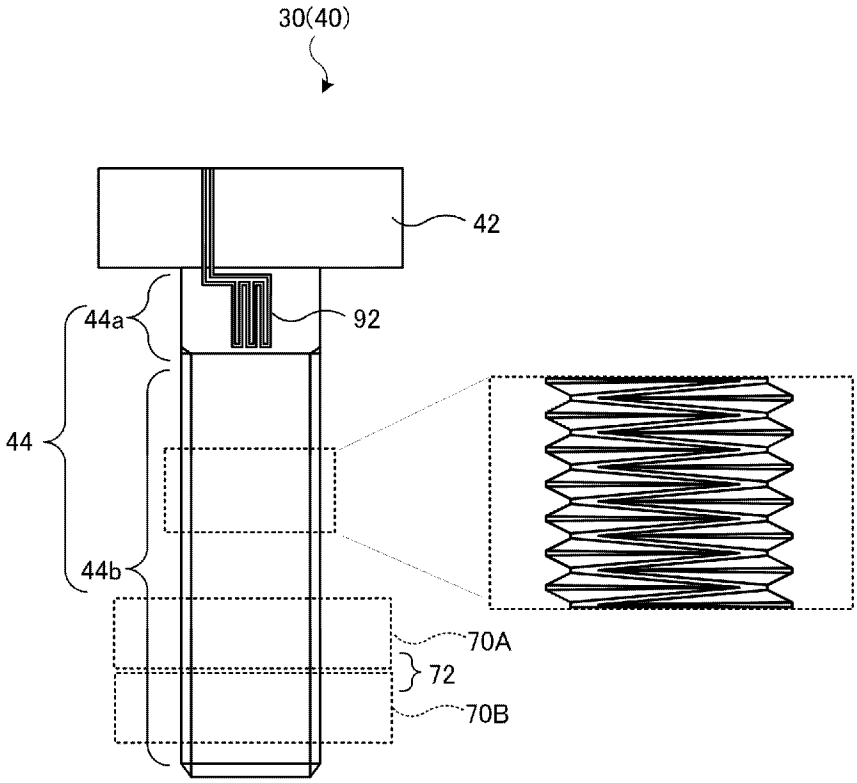

e
92
92
R
R
E
(A)
e
92
92
92
92
E
(B)

[図7]

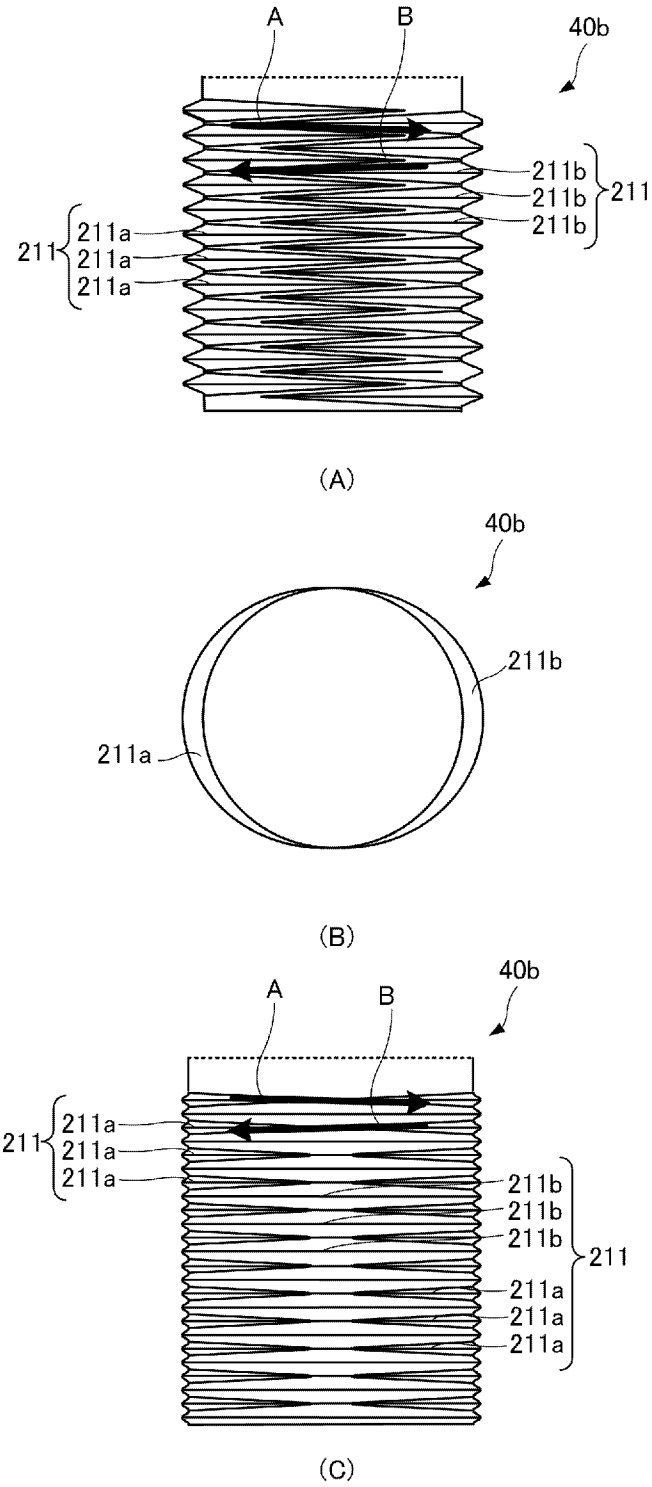

100
CPU
RAM
ROM
HDD
アンテナ
インタフェース
(A)


100
情報整理部
情報分析部
アラーム表示部
メンテナンス履歴保持部
(B)

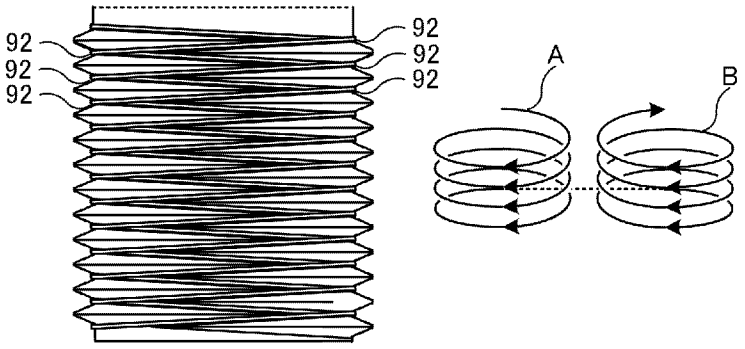
[図8A]



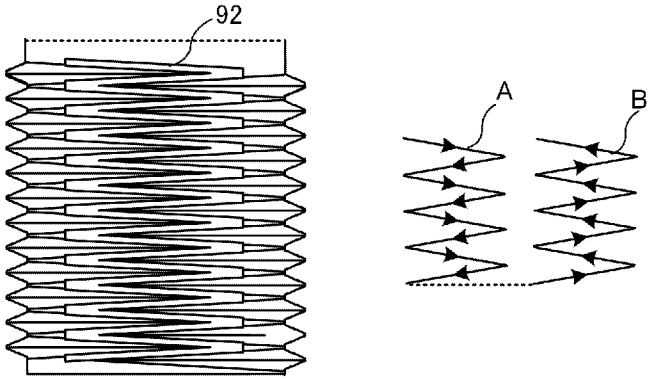
[図8B]


A
B
40b
211b
211b
211b
211
211
211a
211a
211a
(A)
40b
211b
211a
(B)
A
B
40b
211
211a
211a
211a
211b
211b
211b
211
211a
211a
211a
(C)

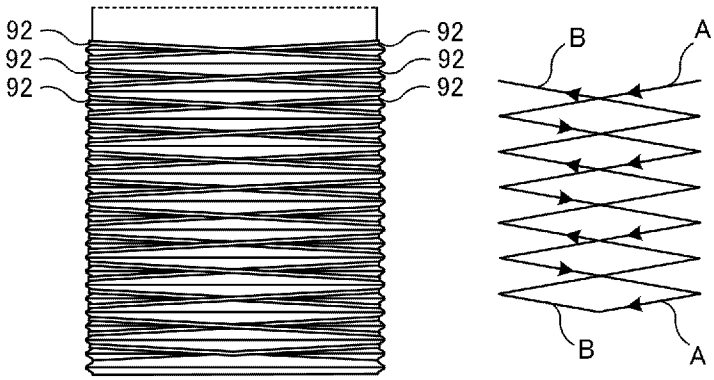
[図8C]



(A)

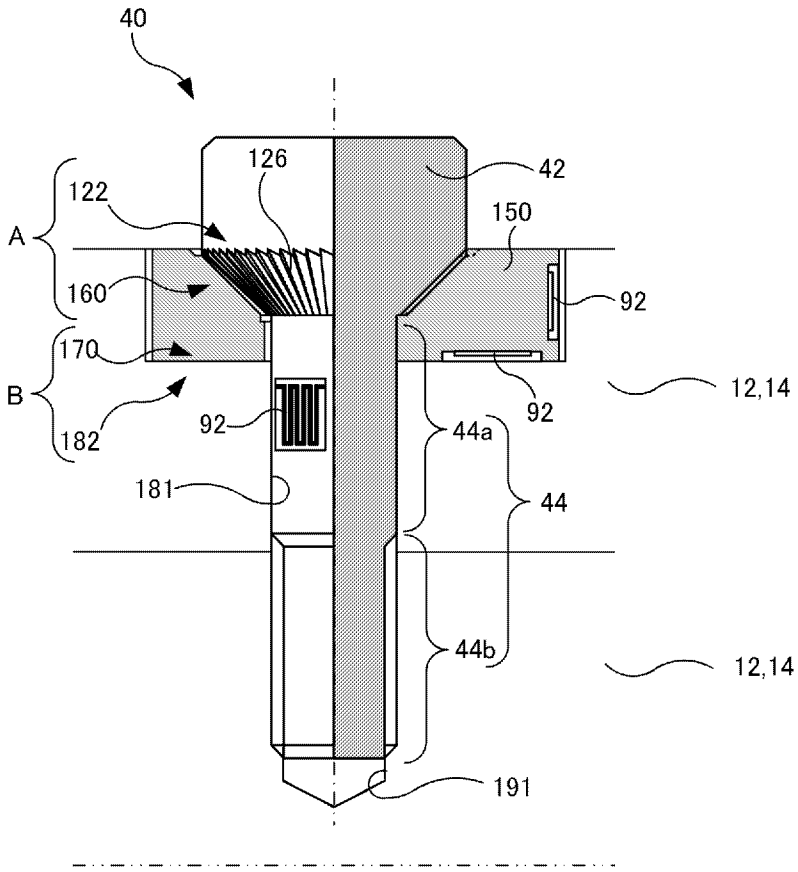


(B)

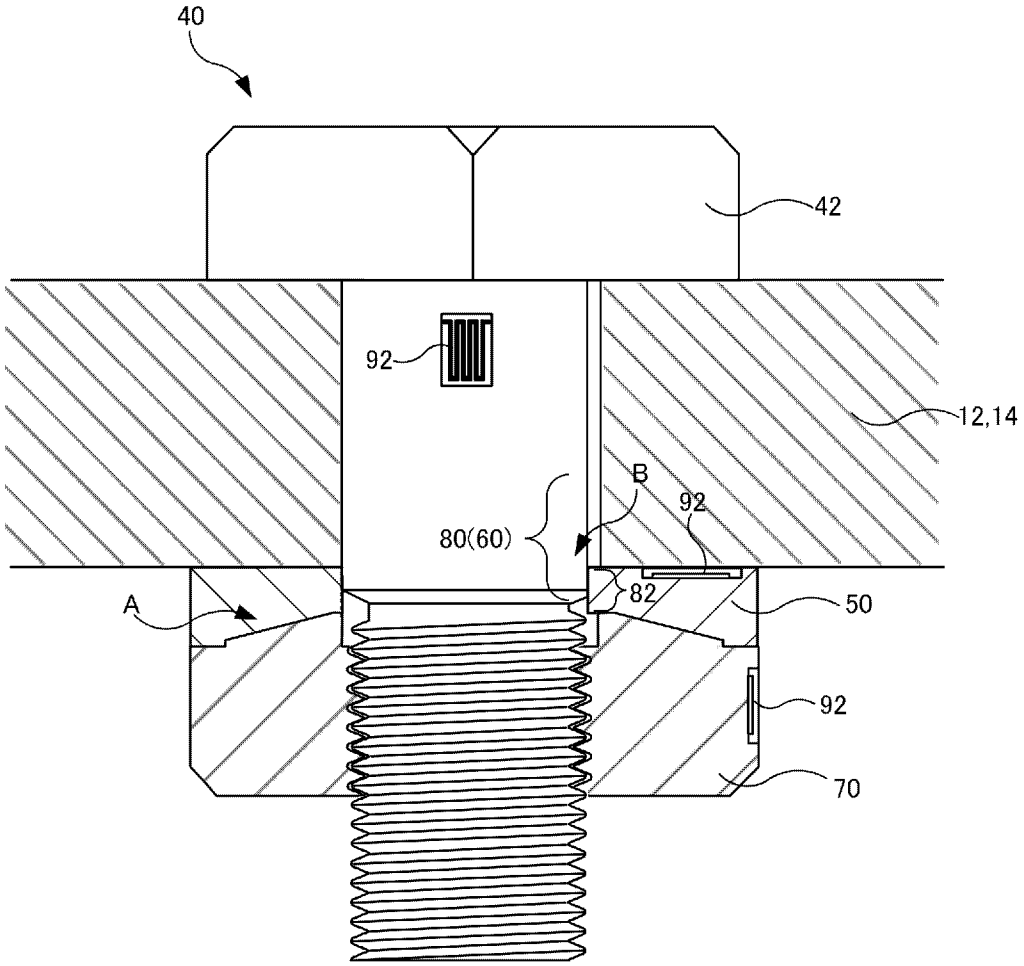


(C)

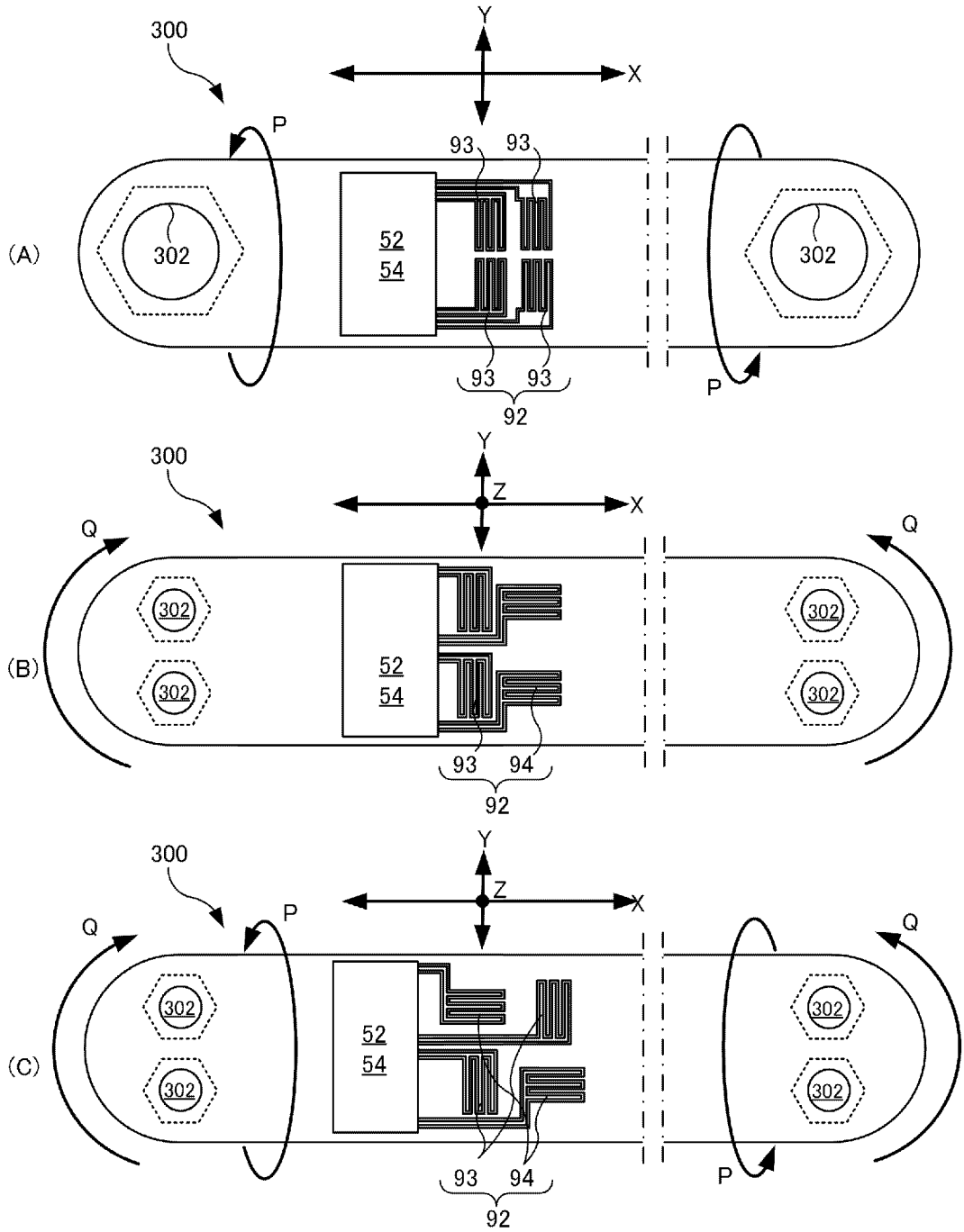
[図9]


40
126
42
122
150
A
160
92
170
12,14
B
92
92
182
44a
181
44
44b
12,14
191

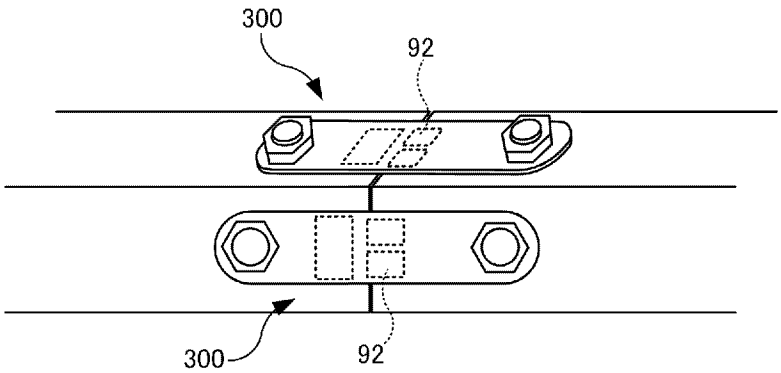
[図10]



[図11]

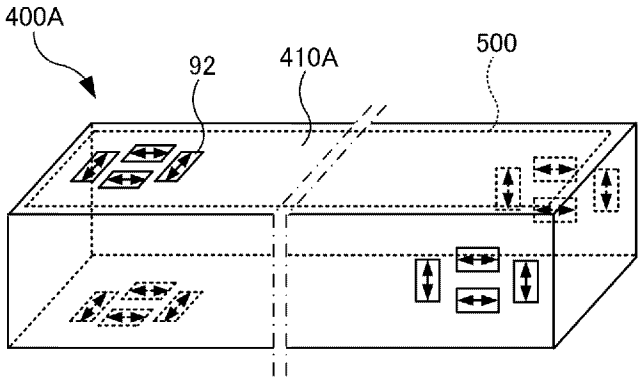

(A)
300
Y
X
P
93
93
52
54
302
302
93
93
92
P
(B)
300
Y
Z
X
Q
Q
302
302
302
302
52
54
93
94
92
(C)
300
Y
Z
X
Q
P
Q
302
302
302
302
52
54
93
94
92
P

[図12]

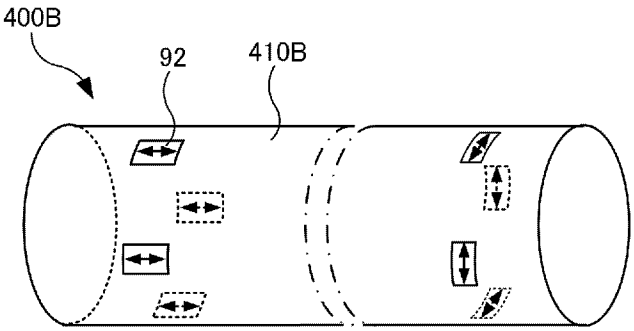


[図13]

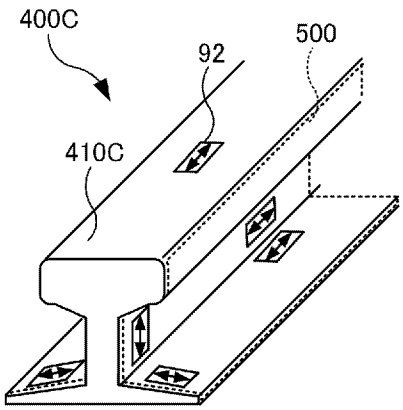
(A)



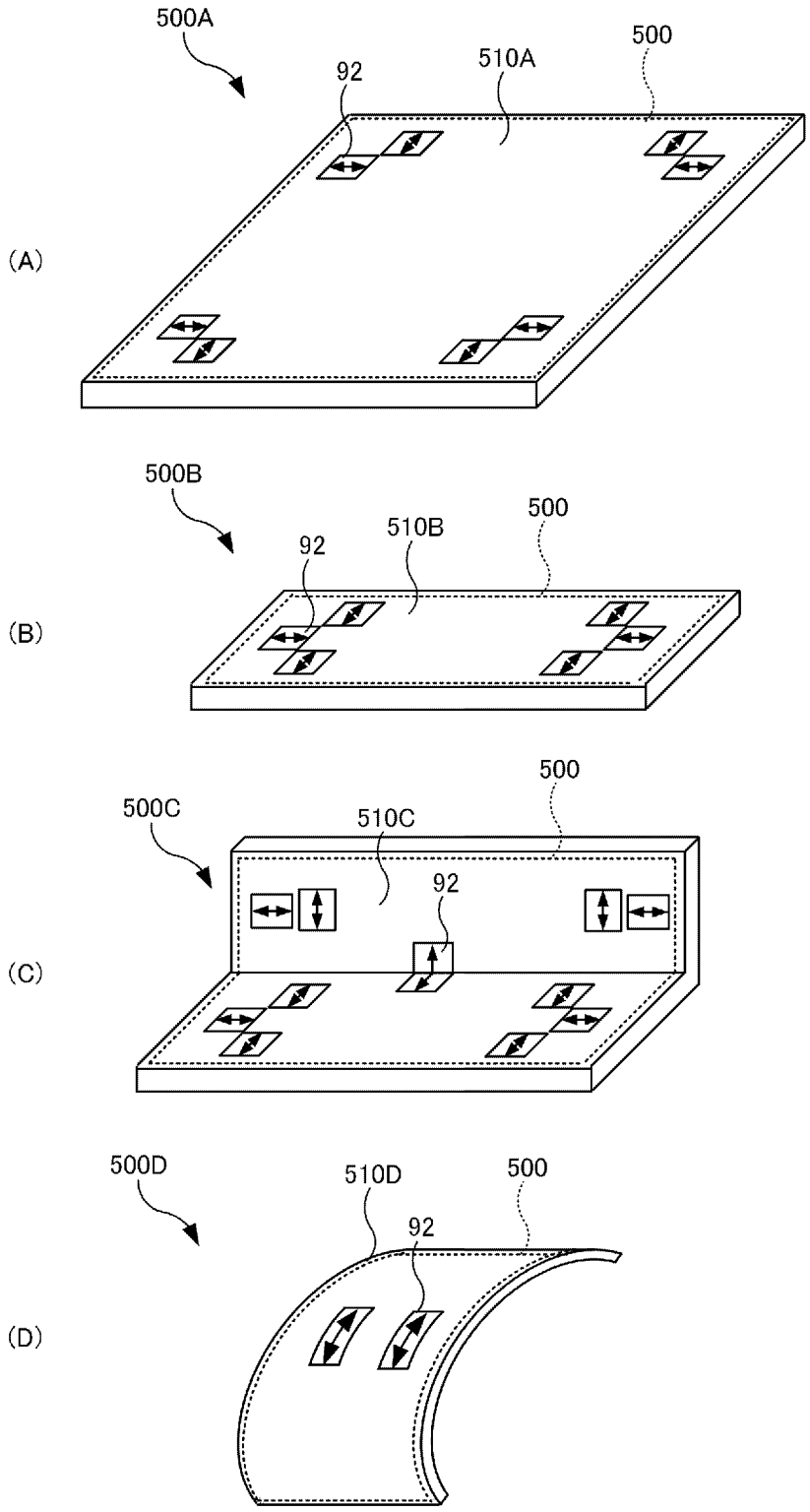
(B)



(C)

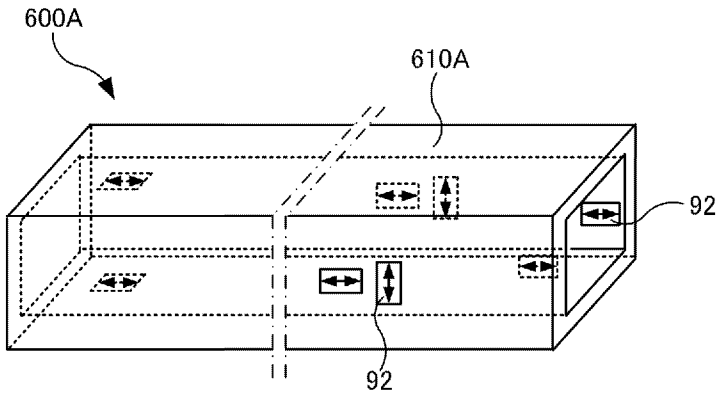


[図14]

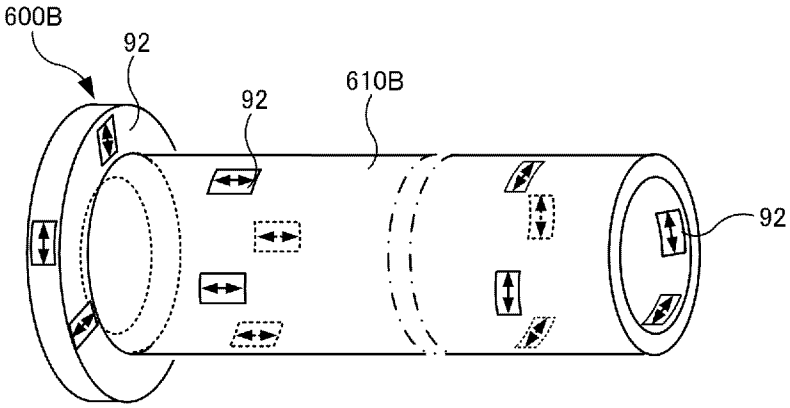

(A)
500A
92
510A
500
(B)
500B
92
510B
500
(C)
500C
510C
92
500
(D)
500D
510D
92
500

[図15]

(A)

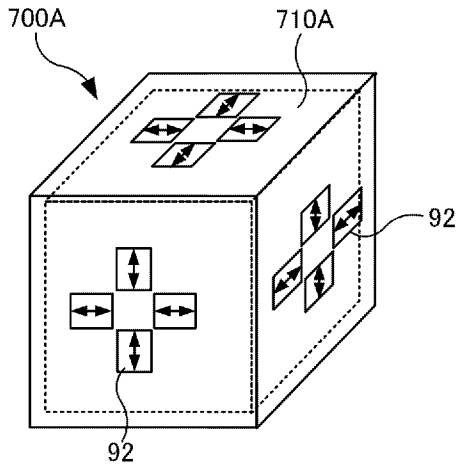


(B)

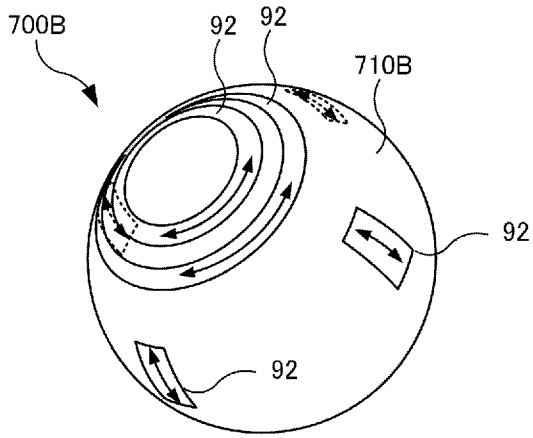


[図16]

(A)

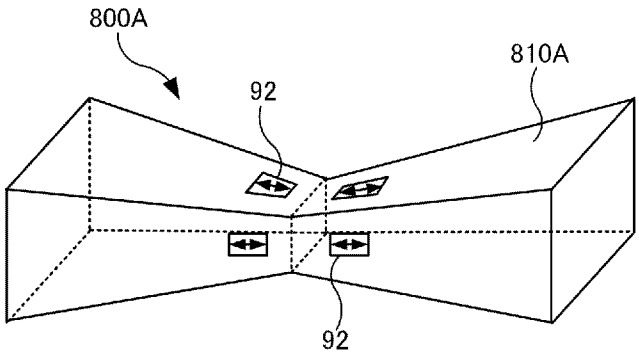


(B)

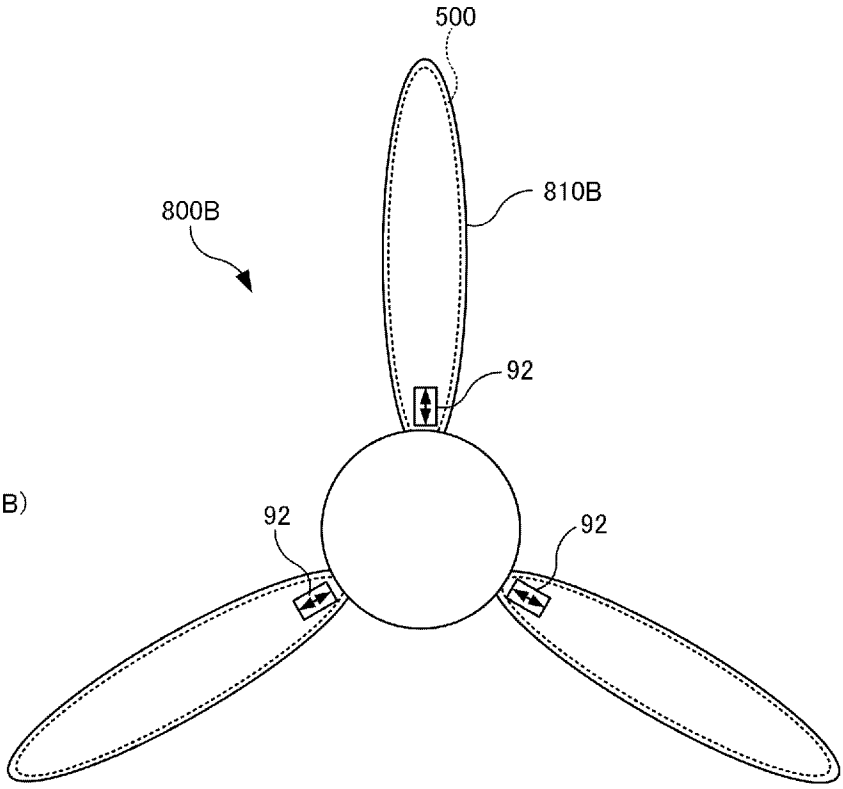


[図17]

(A)

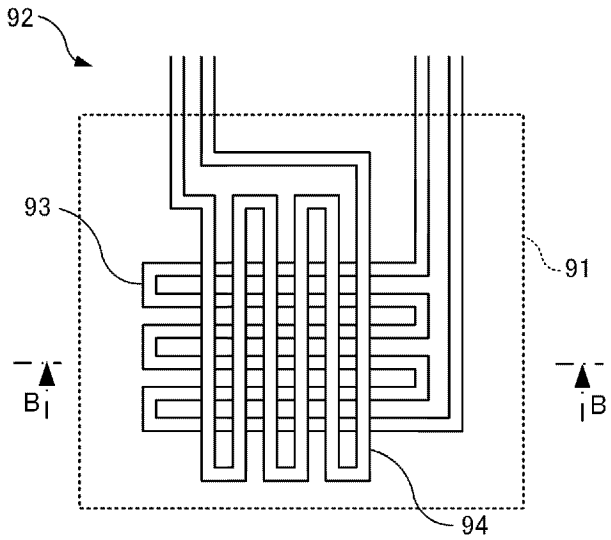


(B)

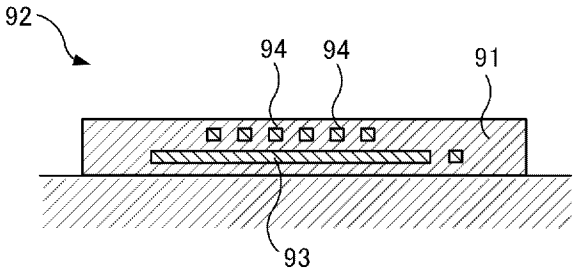


[図18]

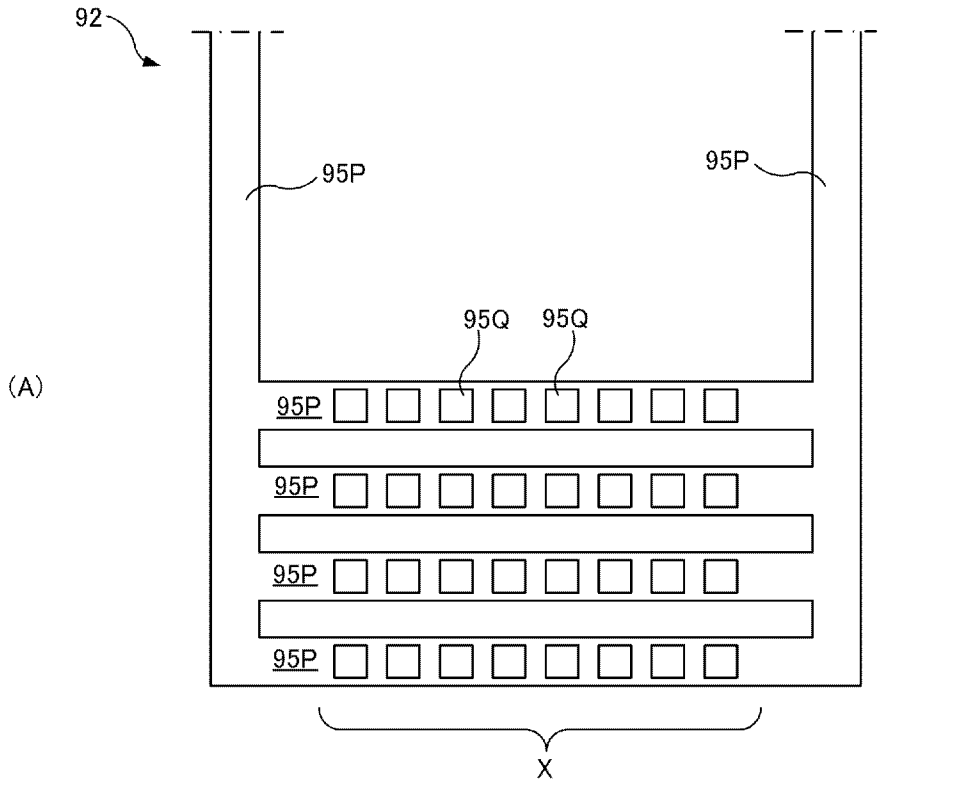
(A)

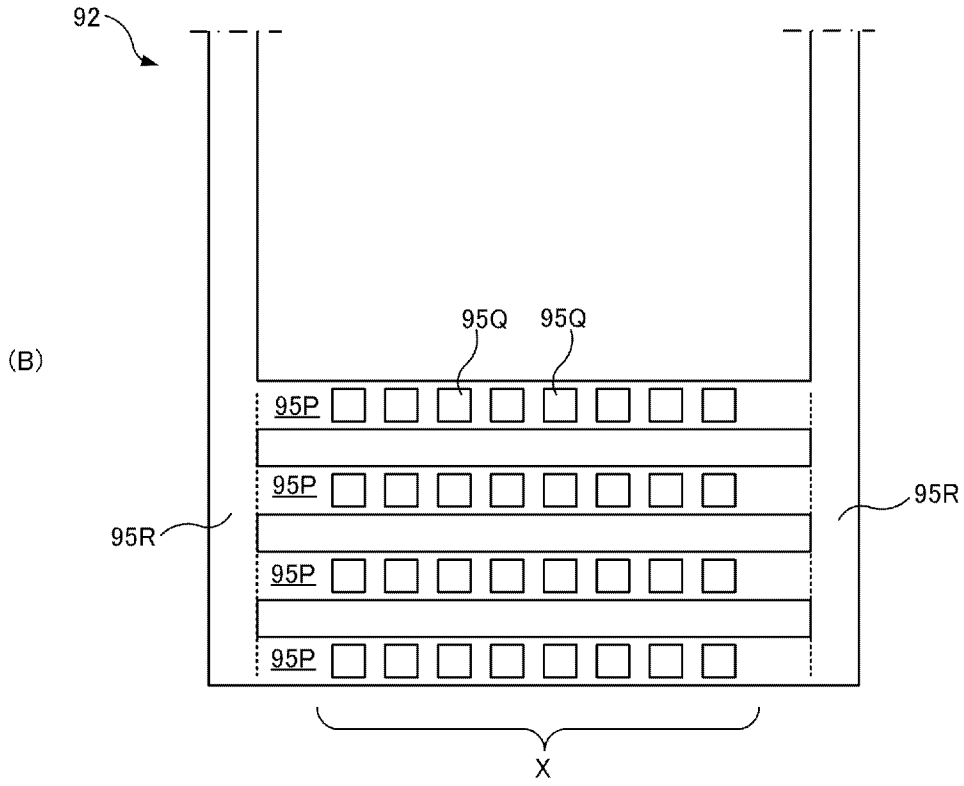


(B)

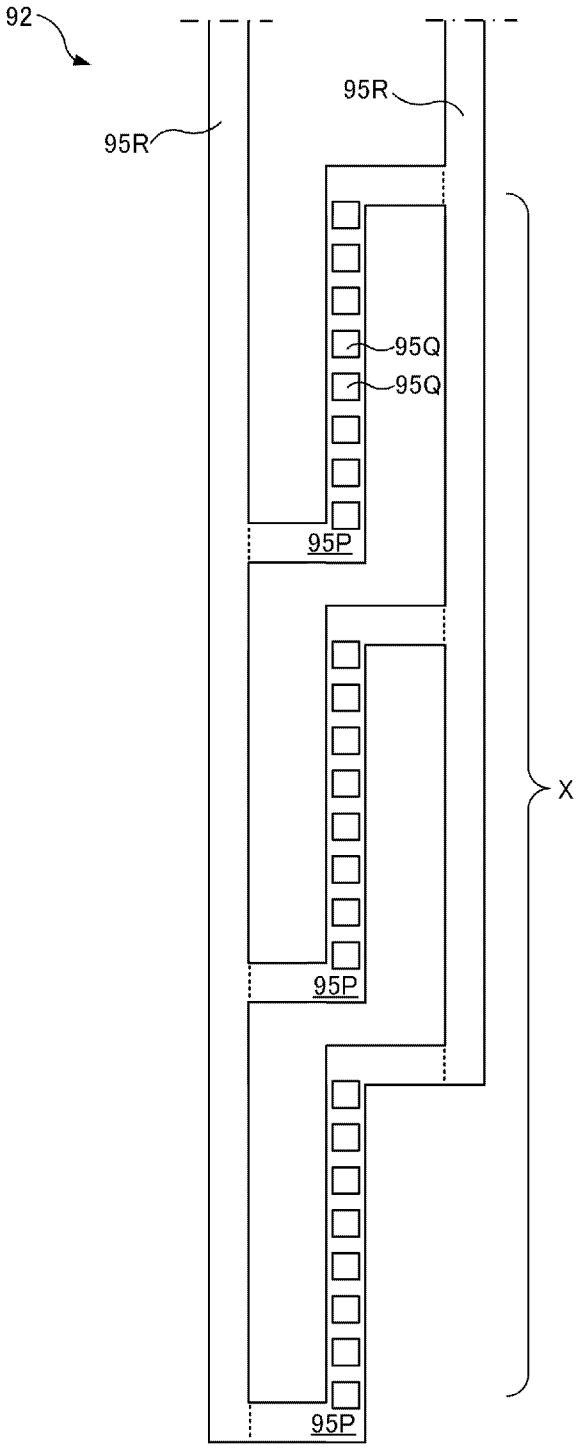


[図19A]

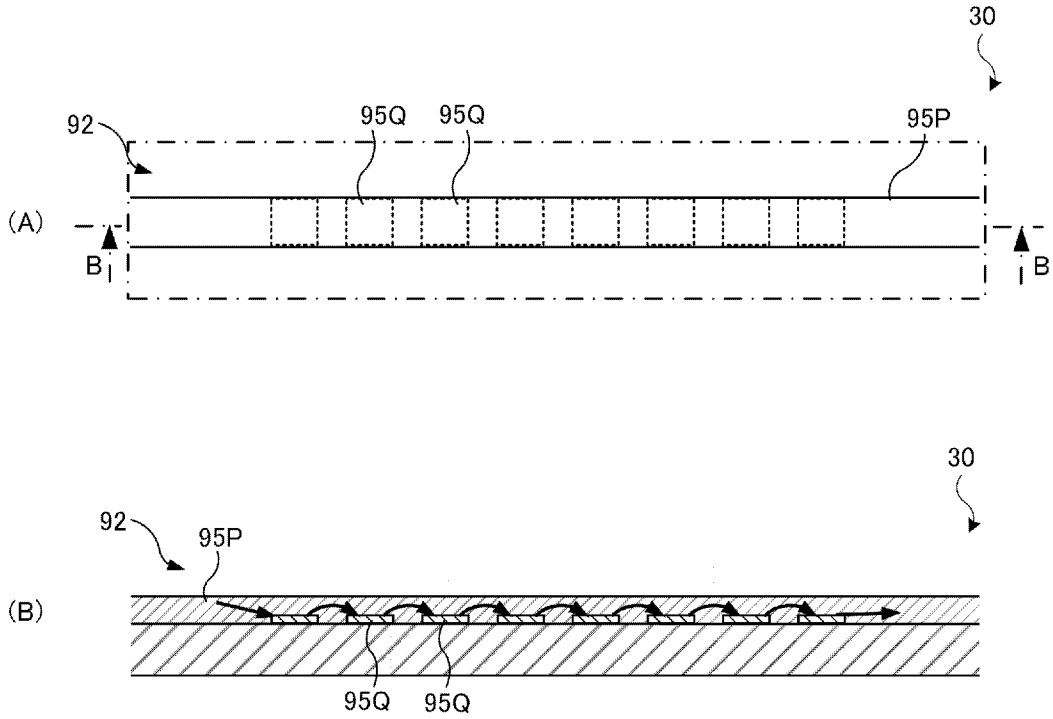

(A)
92
95P
95P
95Q
95Q
95P
95P
95P
95P
X


(B)
92
95Q
95Q
95P
95P
95P
95P
95R
95R
X

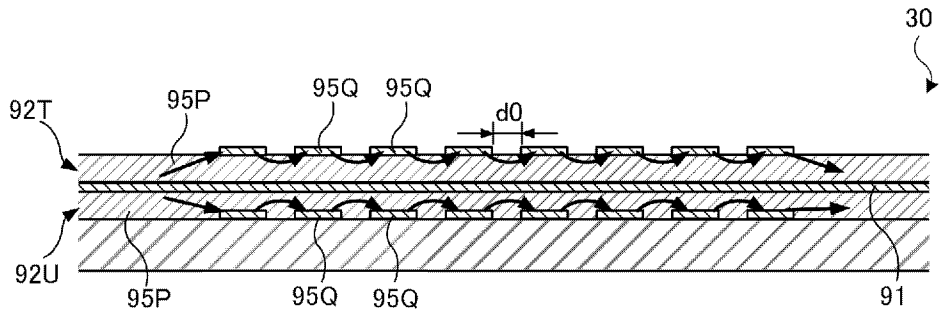
[図19B]



[図19C]

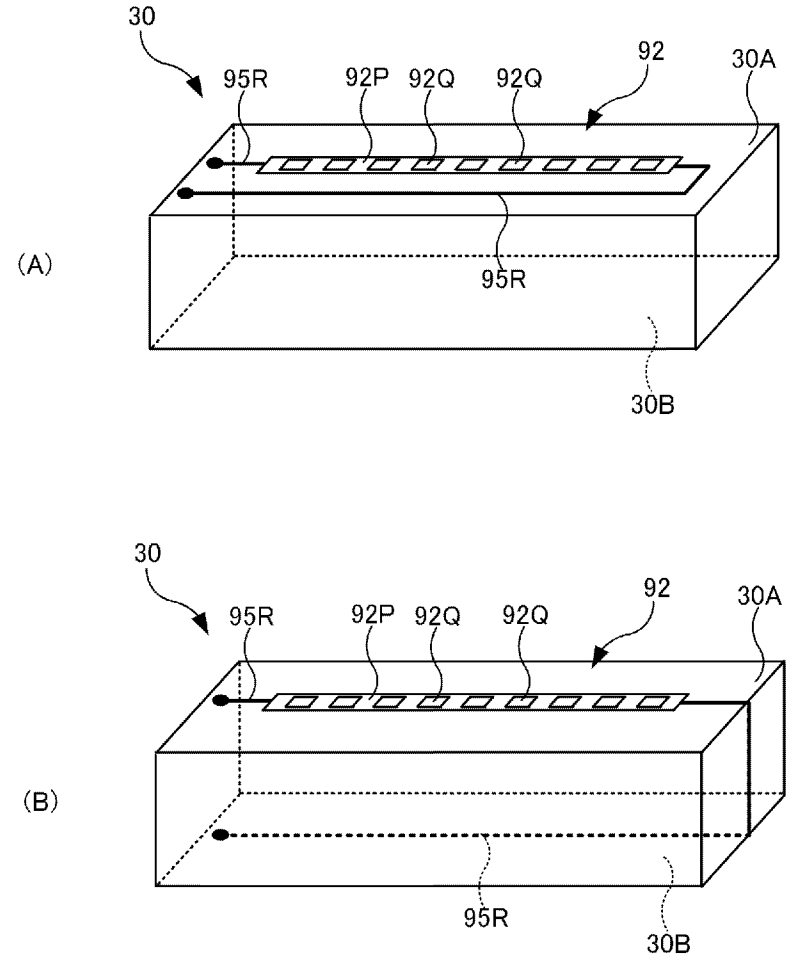

30
92
95Q
95Q
95P
(A)
B
B
30
92
95P
(B)
95Q
95Q

[図19D]

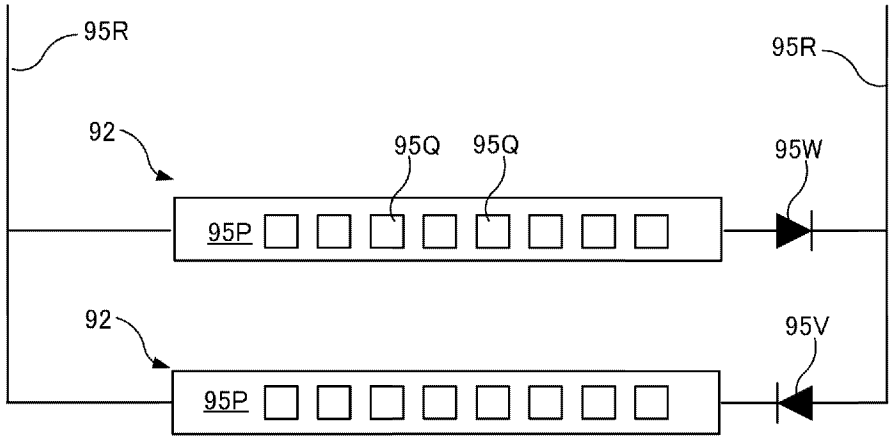

30
92T
95P
95Q
95Q
d0
92U
95P
95Q
95Q
91

30

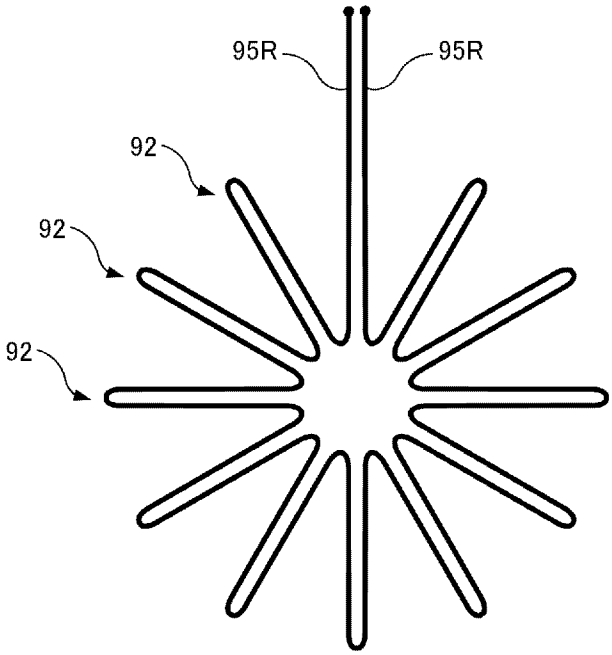
[図19E]


(A)
30
95R
92P
92Q
92Q
92
30A
95R
30B
(B)
30
95R
92P
92Q
92Q
92
30A
95R
30B

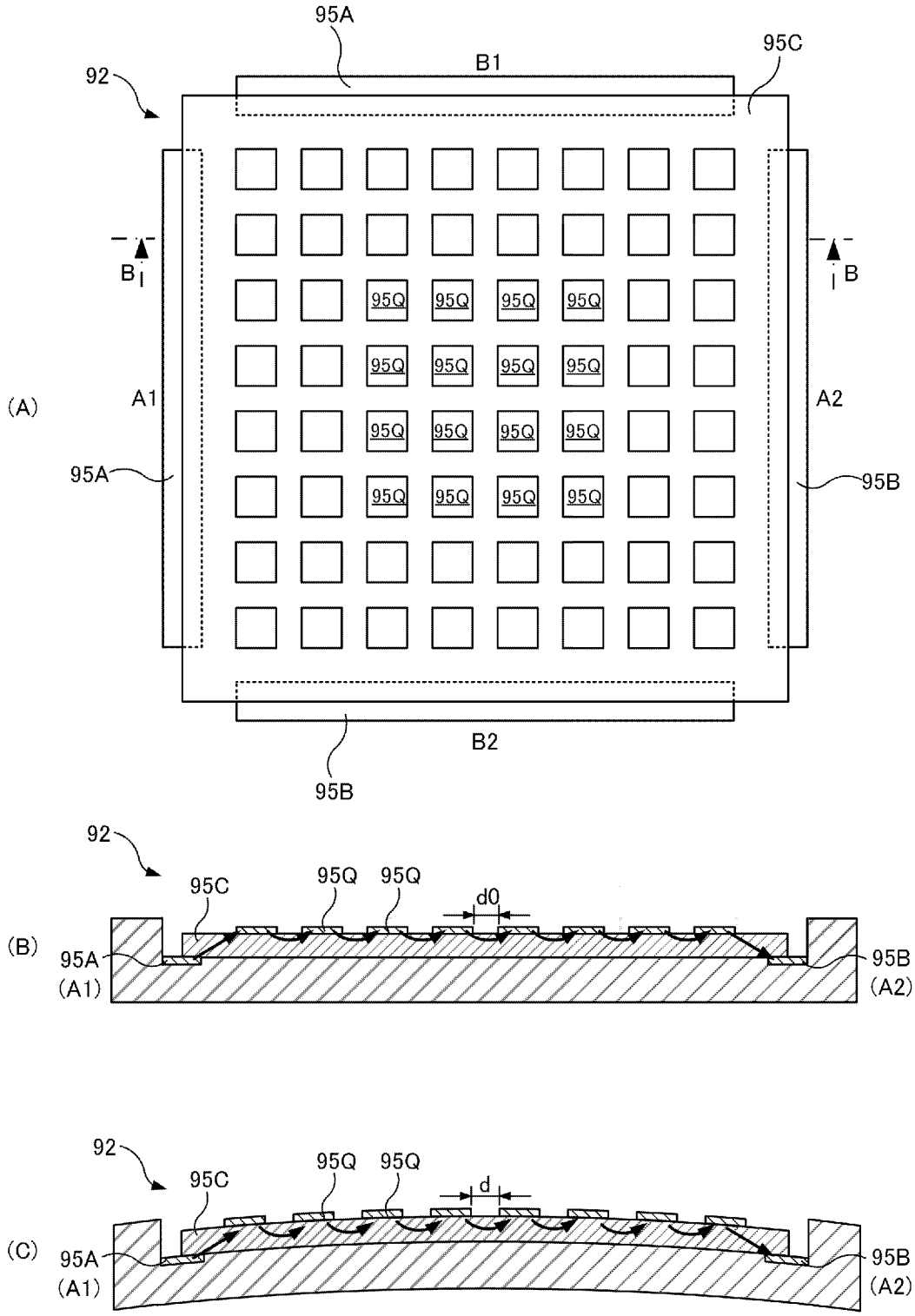
[図19F]


95R
95R
92
95Q
95Q
95W
95P
92
95V
95P

[図19G]

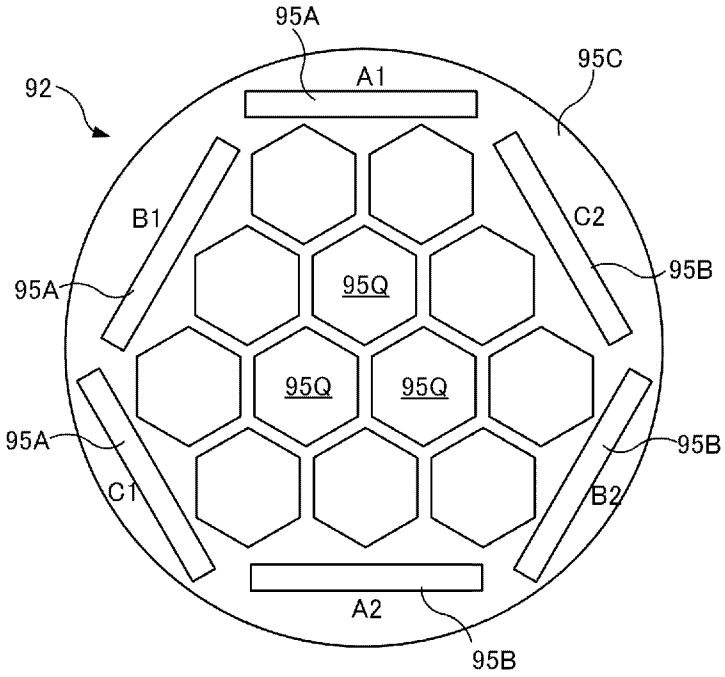


[図20]

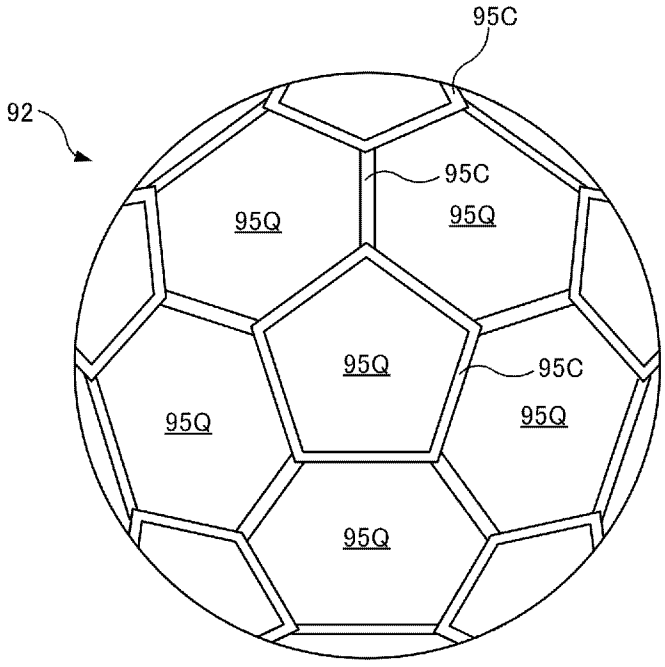

(A)
95A
B1
95C
92
B
B
A1
A2
95Q
95A
95B
B2
95B
(B)
92
95C
95Q
95Q
d0
95A
(A1)
95B
(A2)
(C)
92
95C
95Q
95Q
d
95A
(A1)
95B
(A2)

[図21]

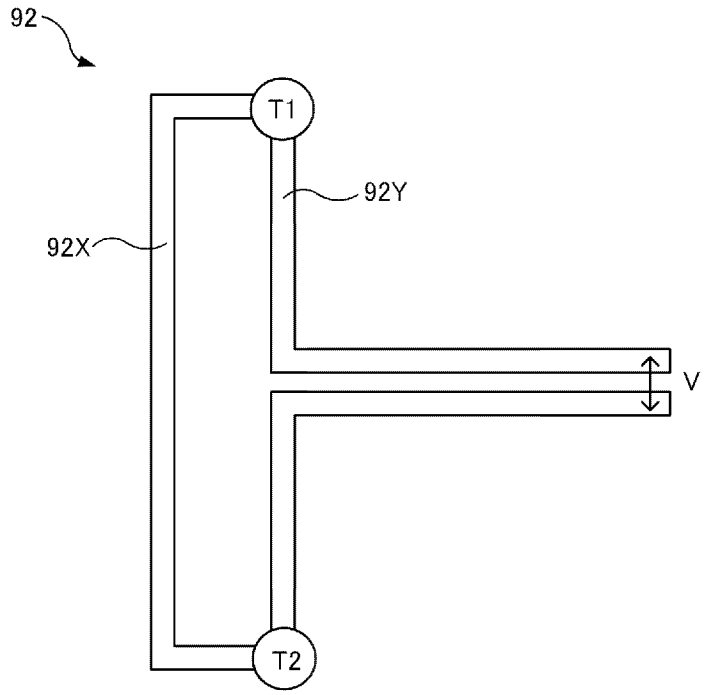
(A)


95A
A1
95C
92
B1
C2
95B
95A
95Q
95Q
95Q
95A
95B
C1
B2
A2
95B

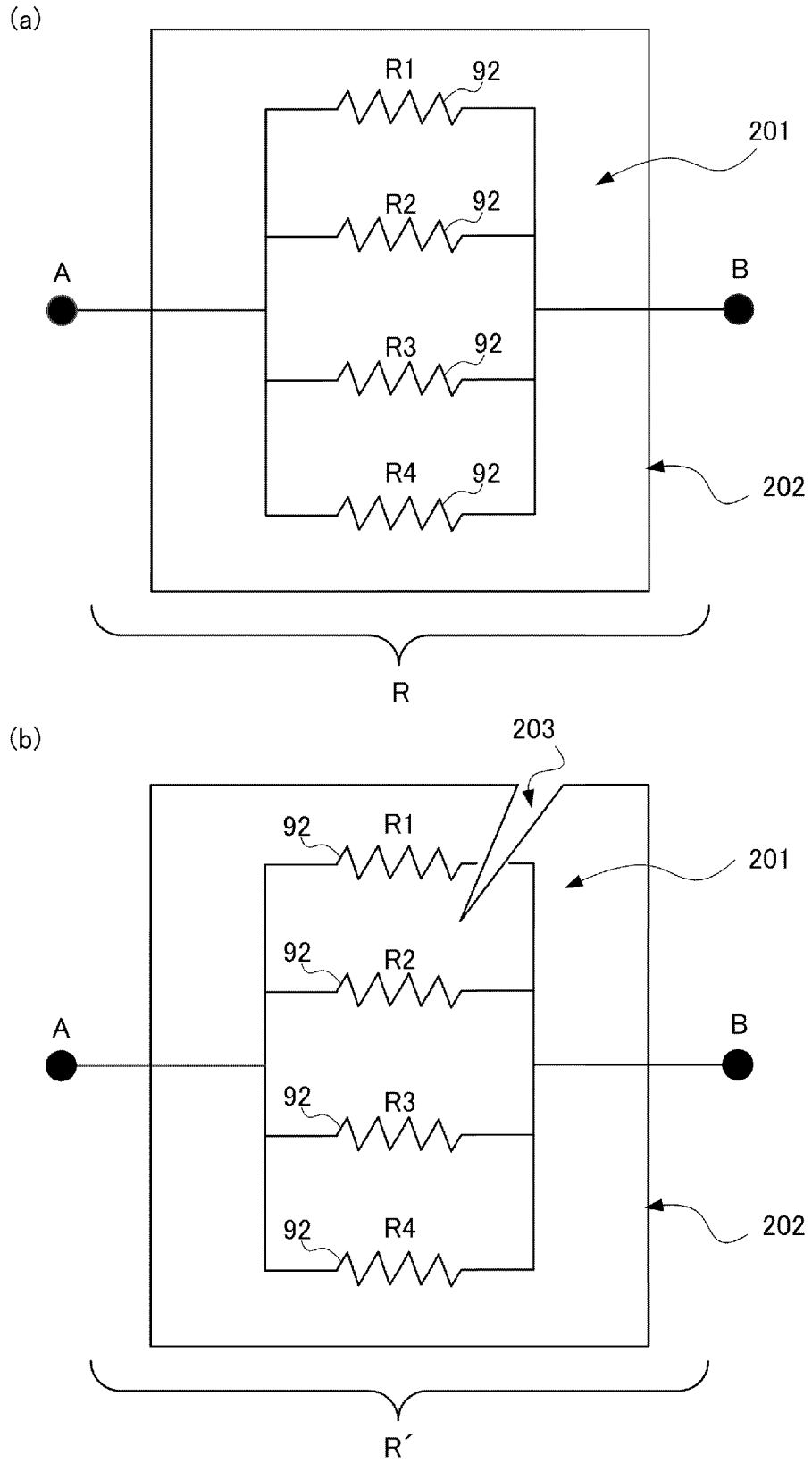
(B)


95C
92
95C
95Q
95Q
95Q
95C
95Q
95Q
95Q

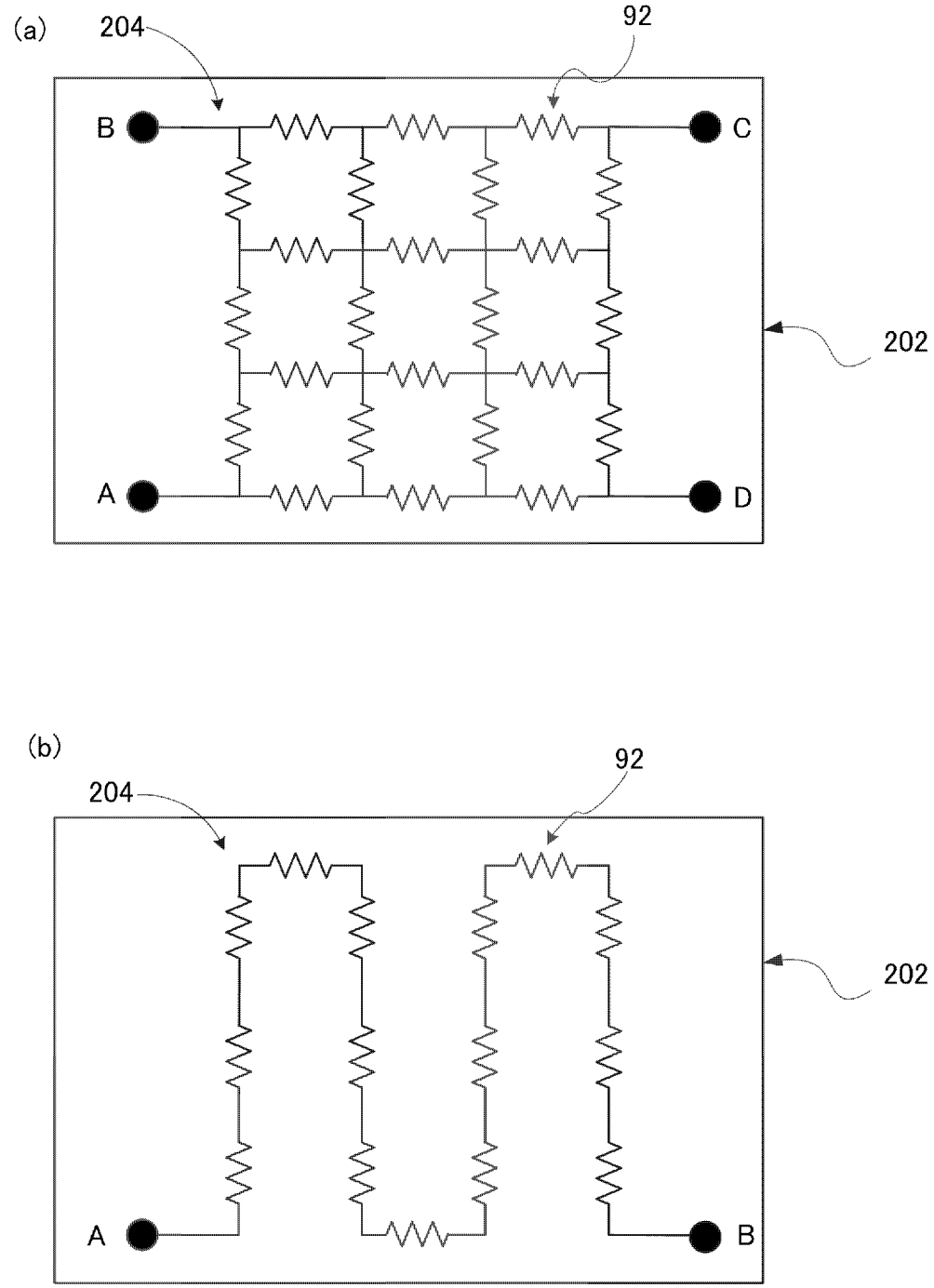
[図22]



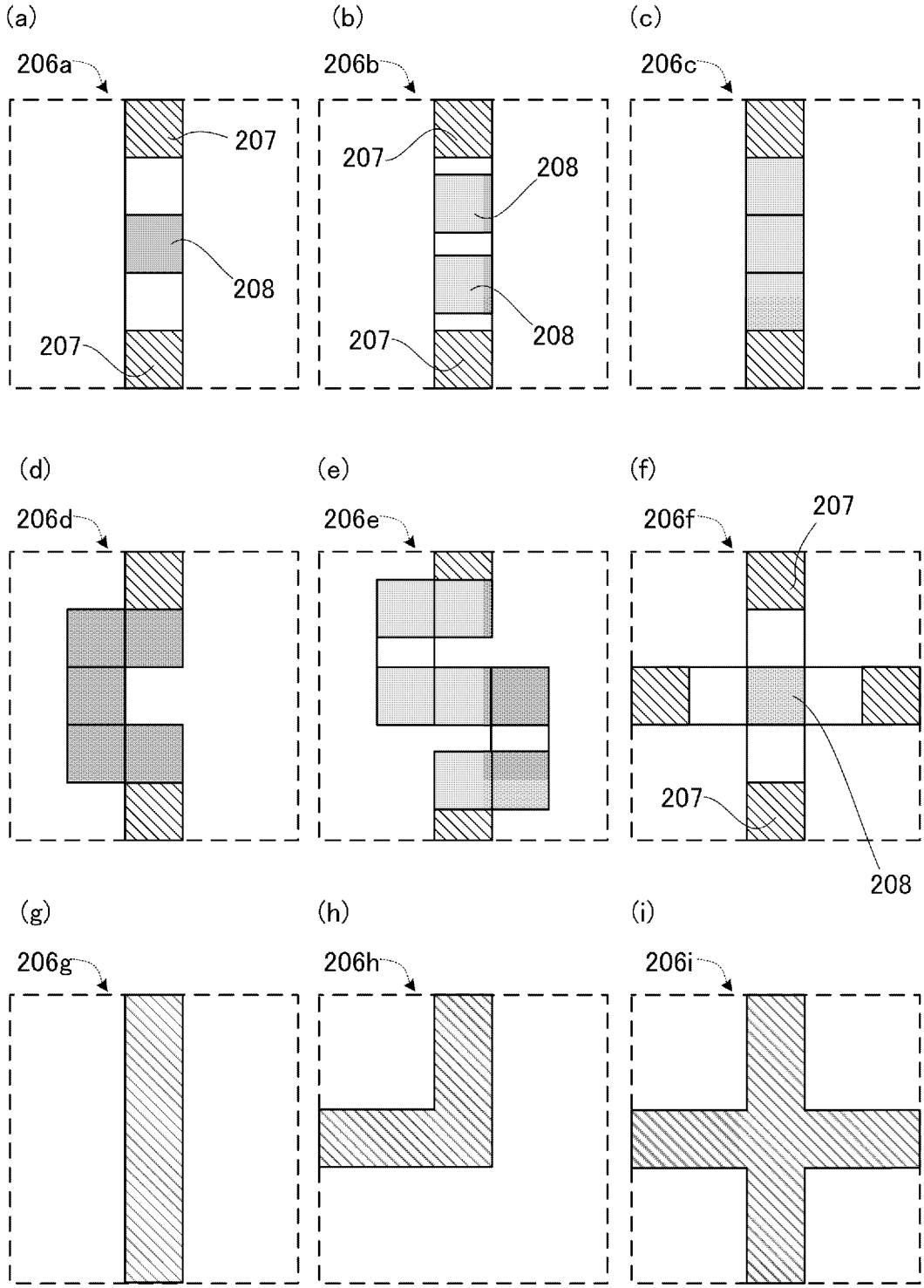
[図23]


(a)
R1
92
201
R2
92
A
B
R3
92
R4
92
202
R
(b)
203
92
R1
201
92
R2
A
B
92
R3
92
R4
202
R´

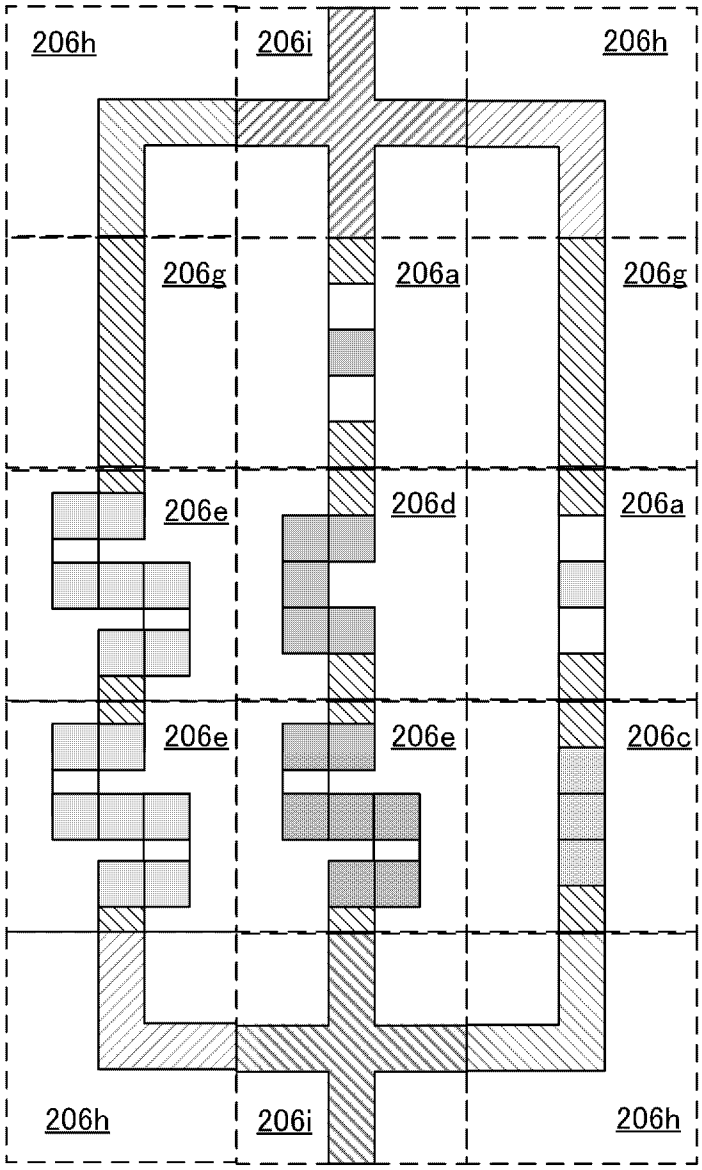
[図24]



[図25]

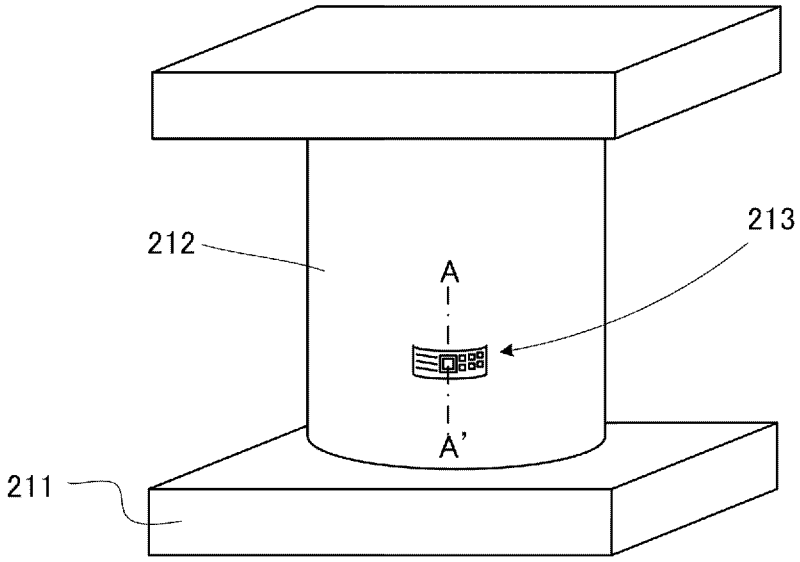

(a)
206a
207
208
207
(b)
206b
207
208
207
208
(c)
206c
(d)
206d
(e)
206e
(f)
206f
207
207
208
(g)
206g
(h)
206h
(i)
206i

[図26]

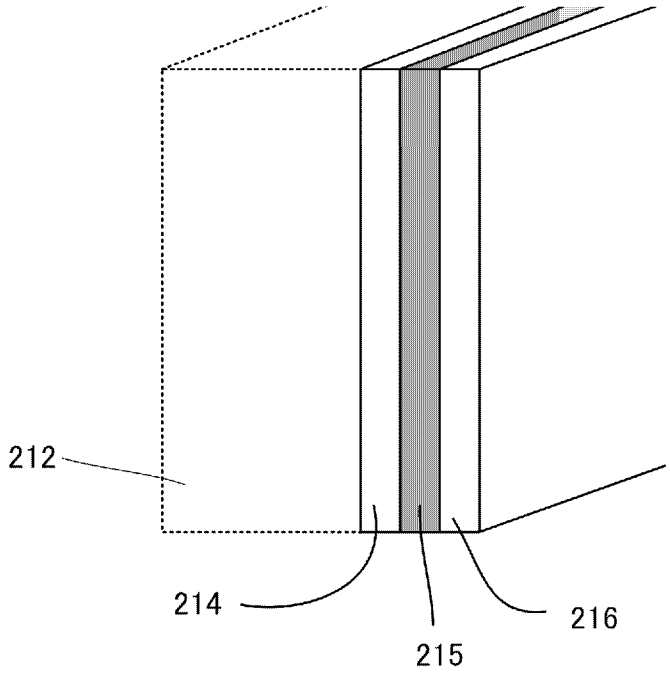

206h
206i
206h
206g
206a
206g
206e
206d
206a
206e
206e
206c
206h
206i
206h

[図27]

(a)

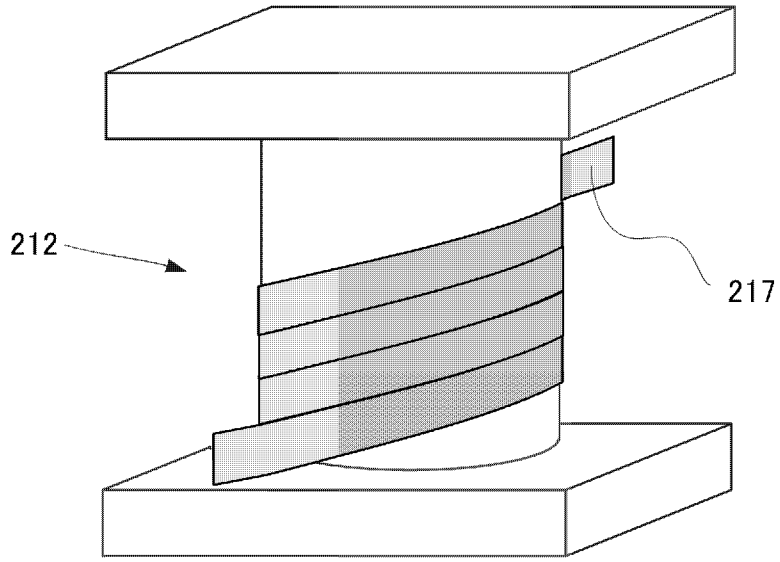


(b)

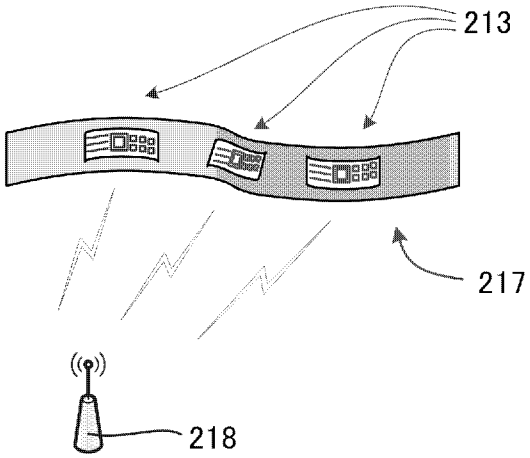


[図28]

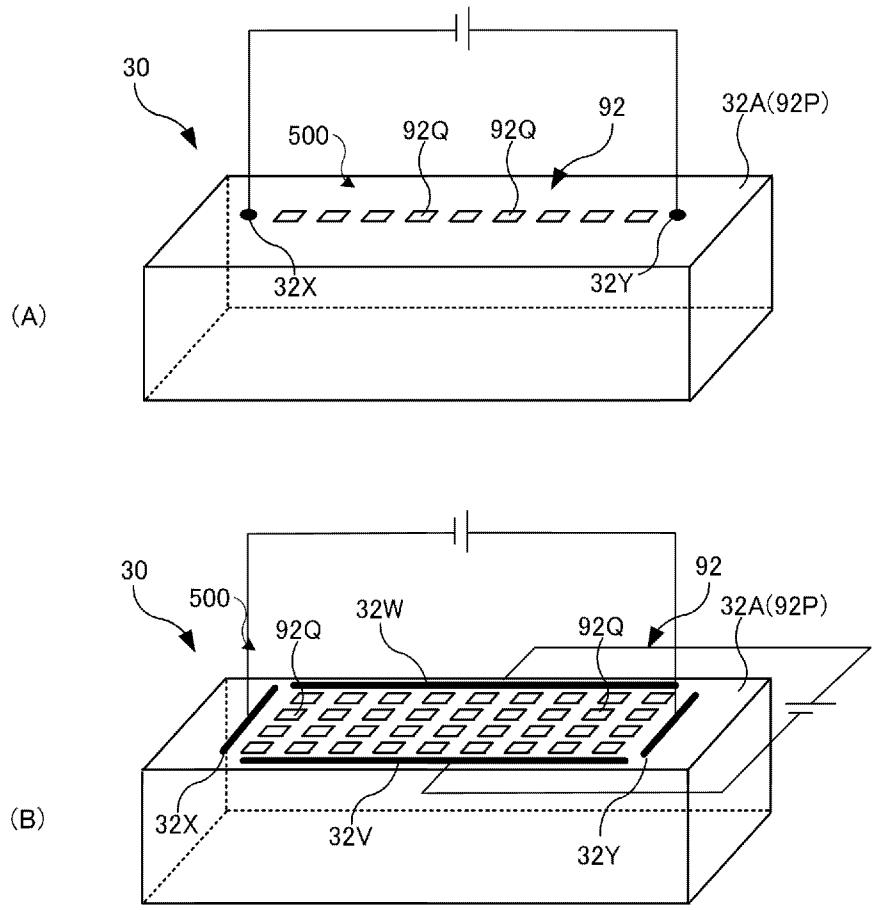
(a)



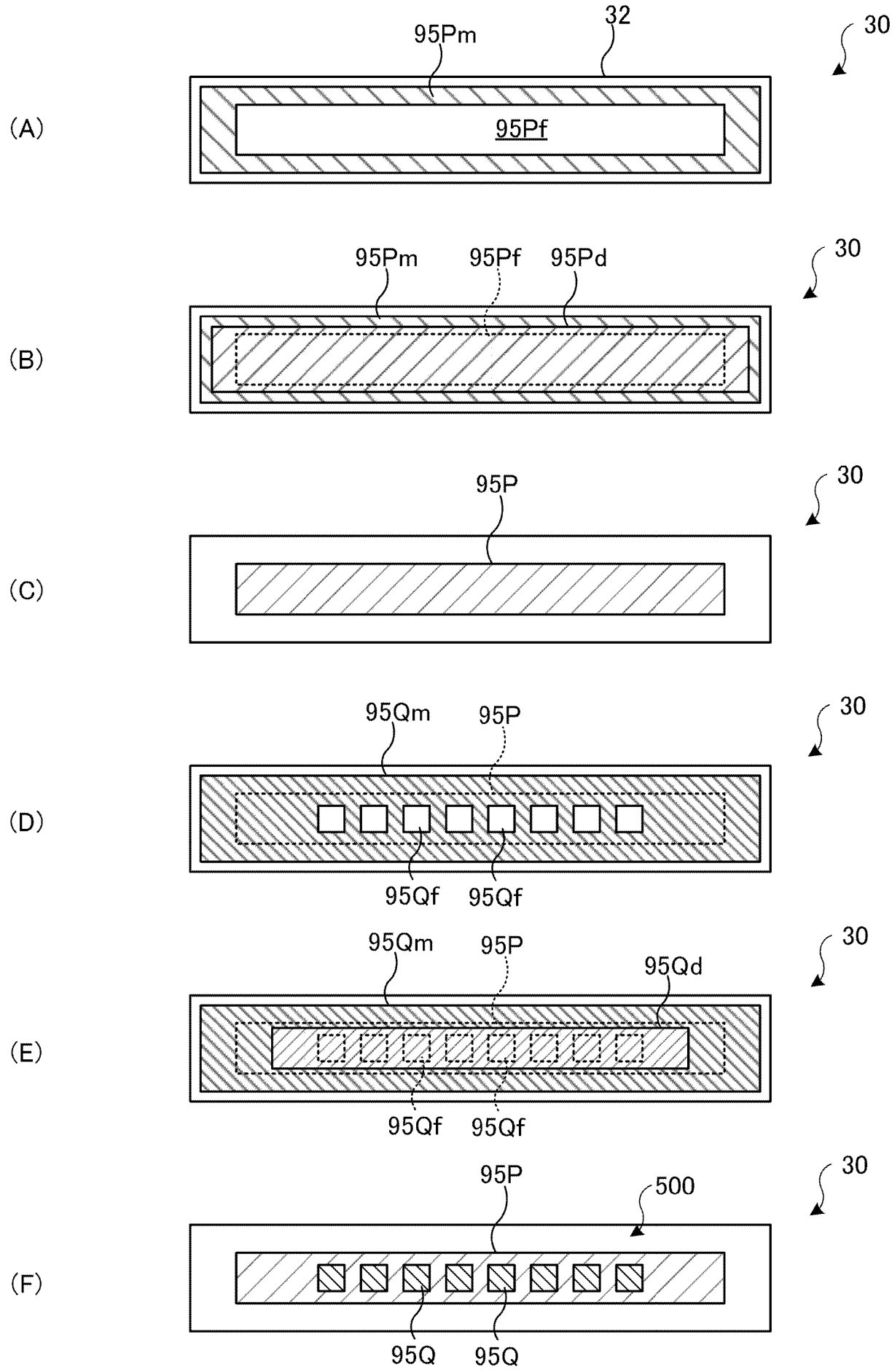
(b)



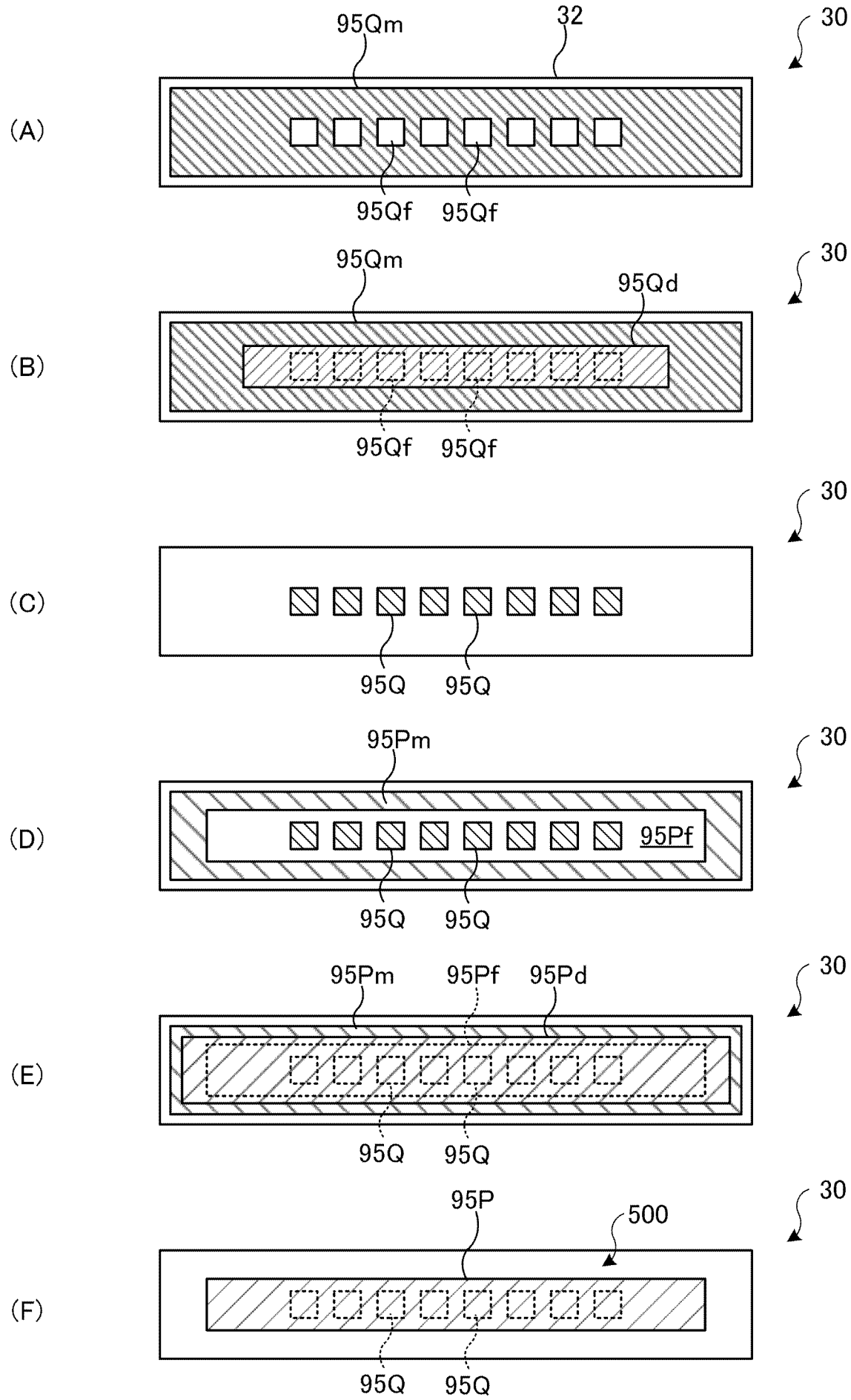
[図29]


(A)
30
500
92Q
92Q
92
32A(92P)
32X
32Y
(B)
30
500
92Q
32W
92Q
92
32A(92P)
32X
32V
32Y

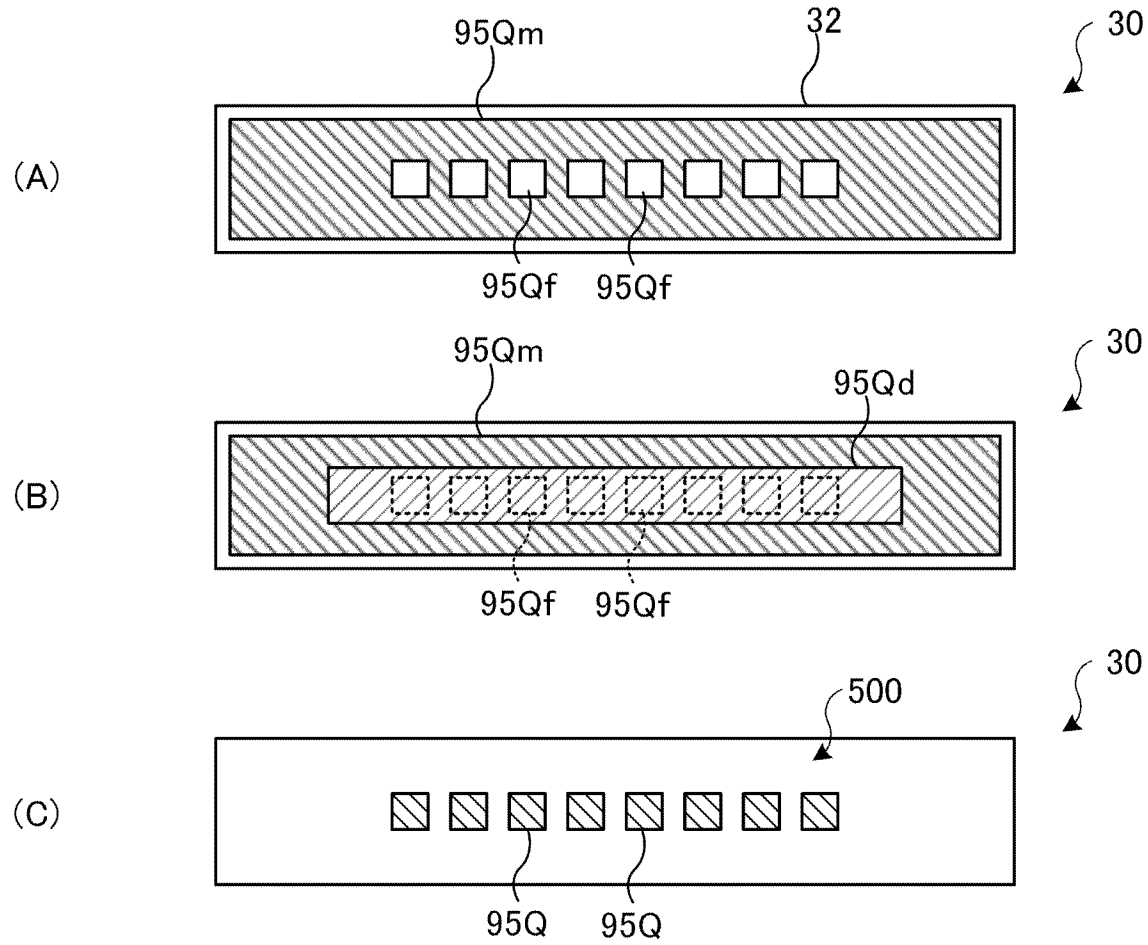
[図30]


(A)
95Pm
32
30
95Pf
(B)
95Pm
95Pf
95Pd
30
(C)
95P
30
(D)
95Qm
95P
30
95Qf
95Qf
(E)
95Qm
95P
95Qd
30
95Qf
95Qf
(F)
95P
500
30
95Q
95Q

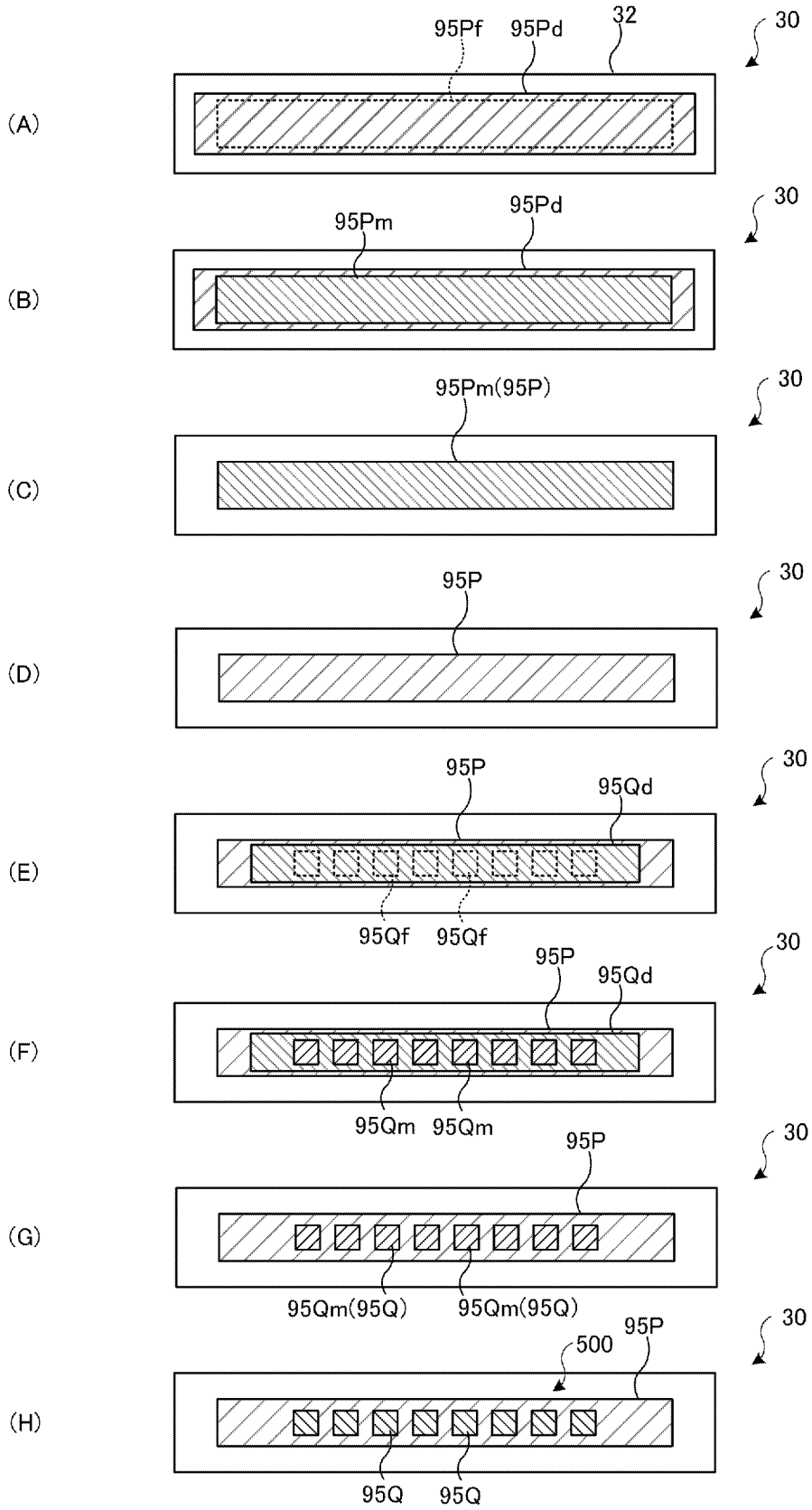
[図31]


(A)
95Qm
32
30
95Qf
95Qf
(B)
95Qm
95Qd
30
95Qf
95Qf
(C)
30
95Q
95Q
(D)
95Pm
30
95Pf
95Q
95Q
(E)
95Pm
95Pf
95Pd
30
95Q
95Q
(F)
95P
500
30
95Q
95Q

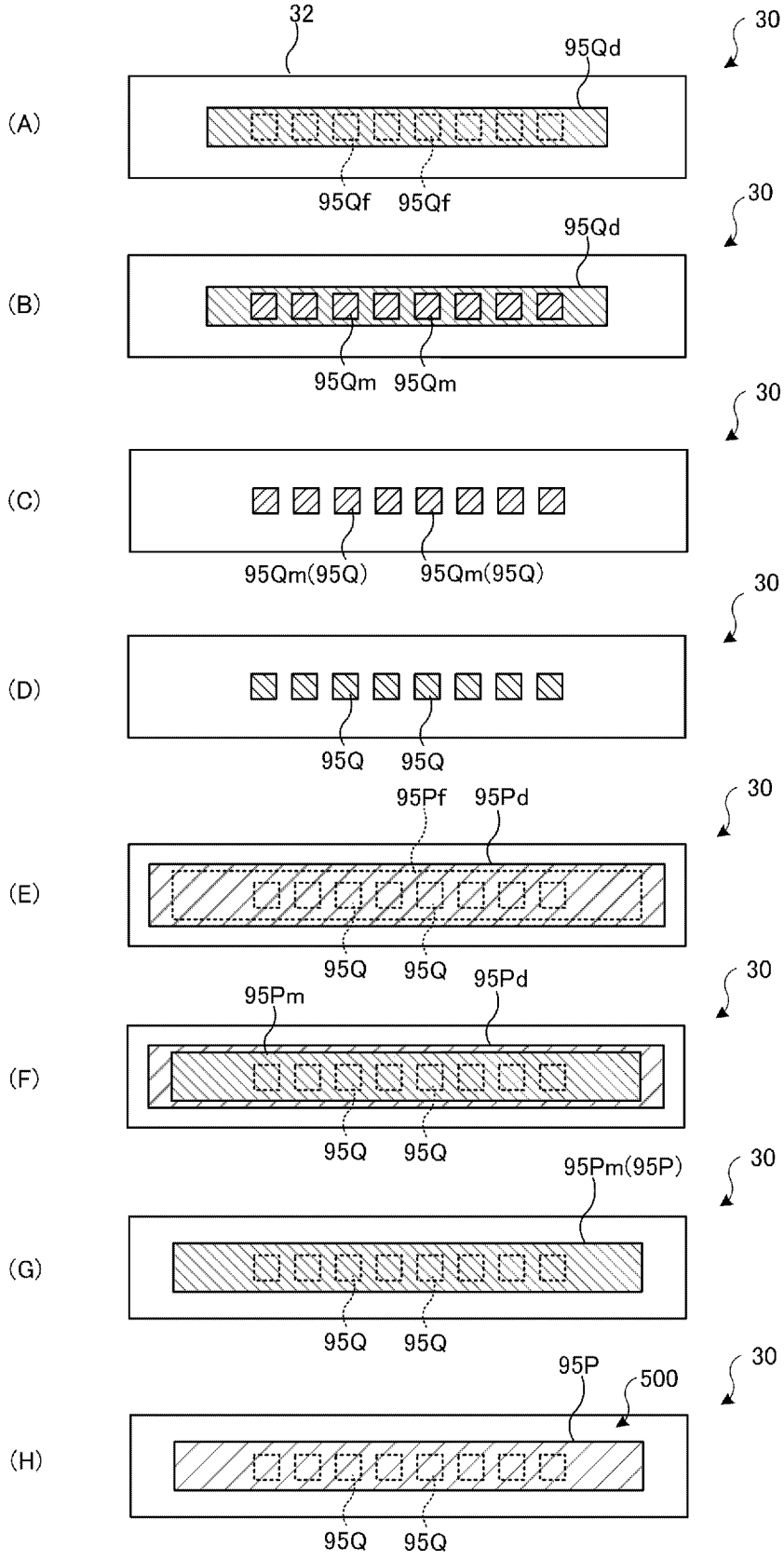
[図32]



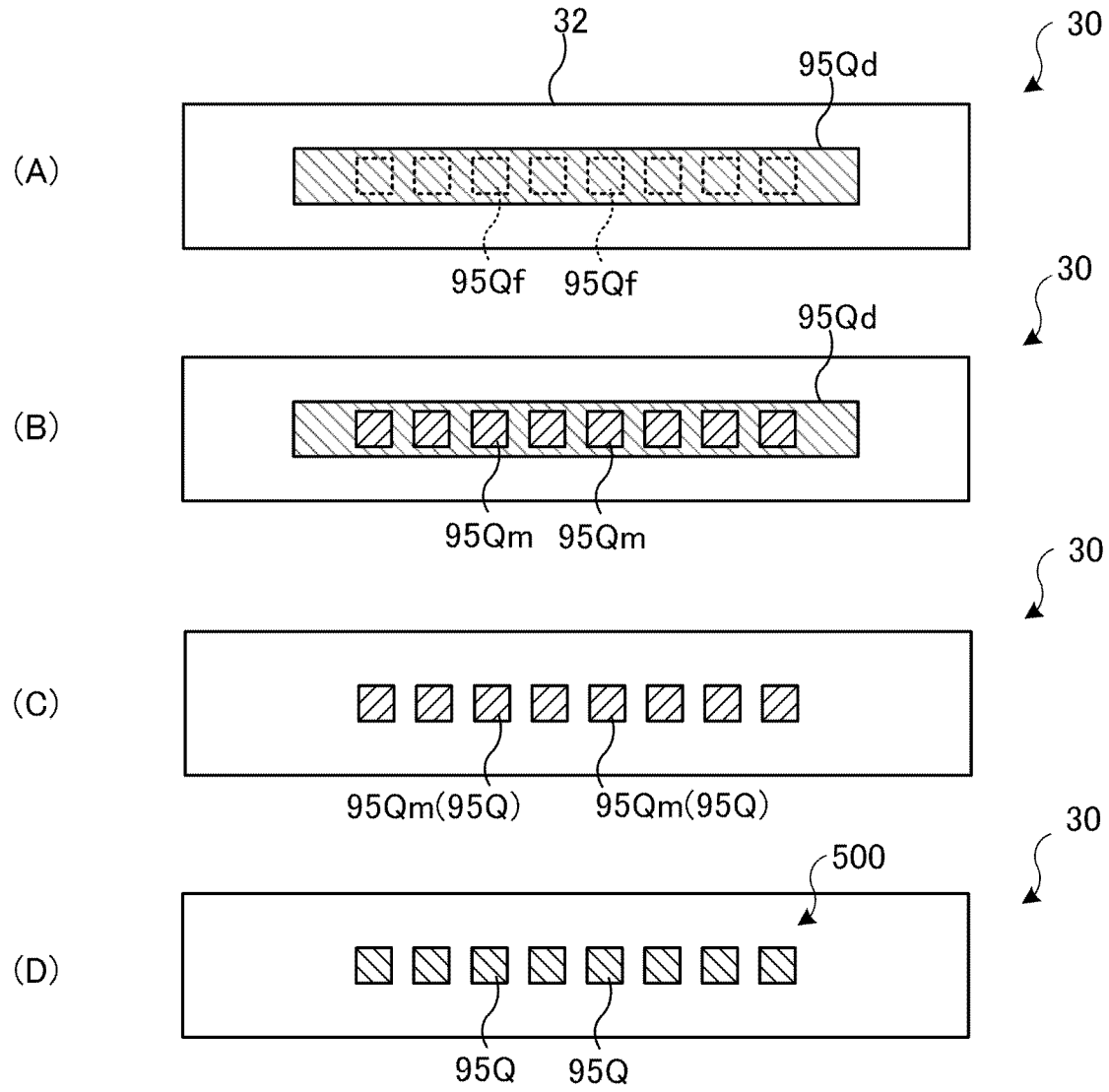
[図33]


(A)
95Pf
95Pd
32
30
(B)
95Pm
95Pd
30
(C)
95Pm(95P)
30
(D)
95P
30
(E)
95P
95Qd
95Qf
95Qf
30
(F)
95P
95Qd
95Qm
95Qm
30
(G)
95P
95Qm(95Q)
95Qm(95Q)
30
(H)
500
95P
95Q
95Q
30

[図34]

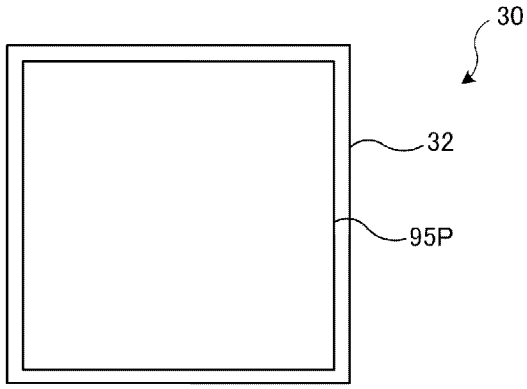

(A)
32
95Qd
30
95Qf
95Qf
(B)
95Qd
30
95Qm
95Qm
(C)
30
95Qm(95Q)
95Qm(95Q)
(D)
30
95Q
95Q
(E)
95Pf
95Pd
30
95Q
95Q
(F)
95Pm
95Pd
30
95Q
95Q
(G)
95Pm(95P)
30
95Q
95Q
(H)
95P
500
30
95Q
95Q

[図35]

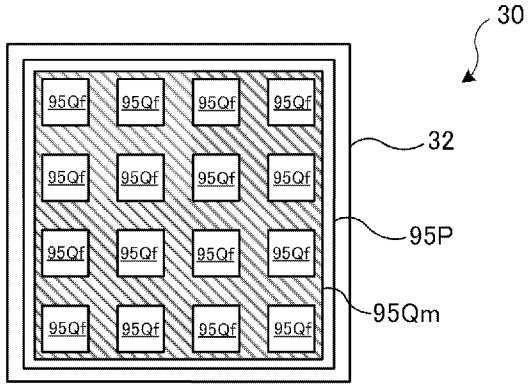

(A)
32
95Qd
30
95Qf
95Qf
(B)
95Qd
30
95Qm
95Qm
(C)
30
95Qm(95Q)
95Qm(95Q)
(D)
500
30
95Q
95Q

[図36]

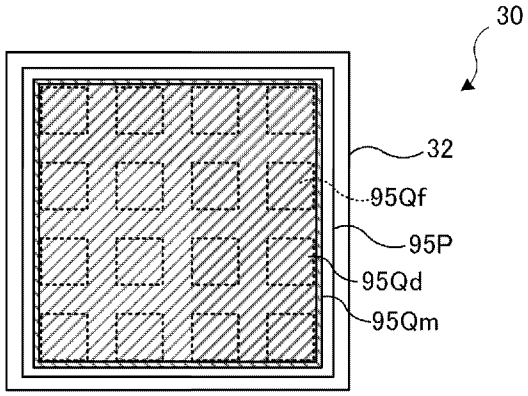
(A)


30
32
95P

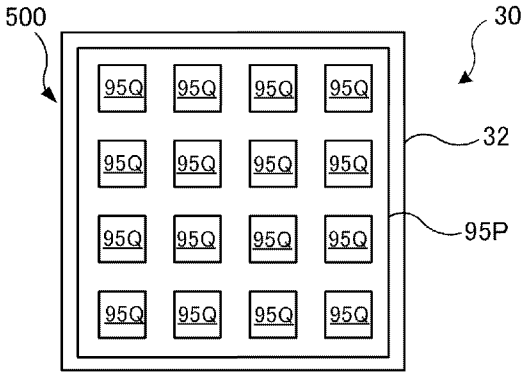
(B)


30
95Qf
32
95P
95Qm

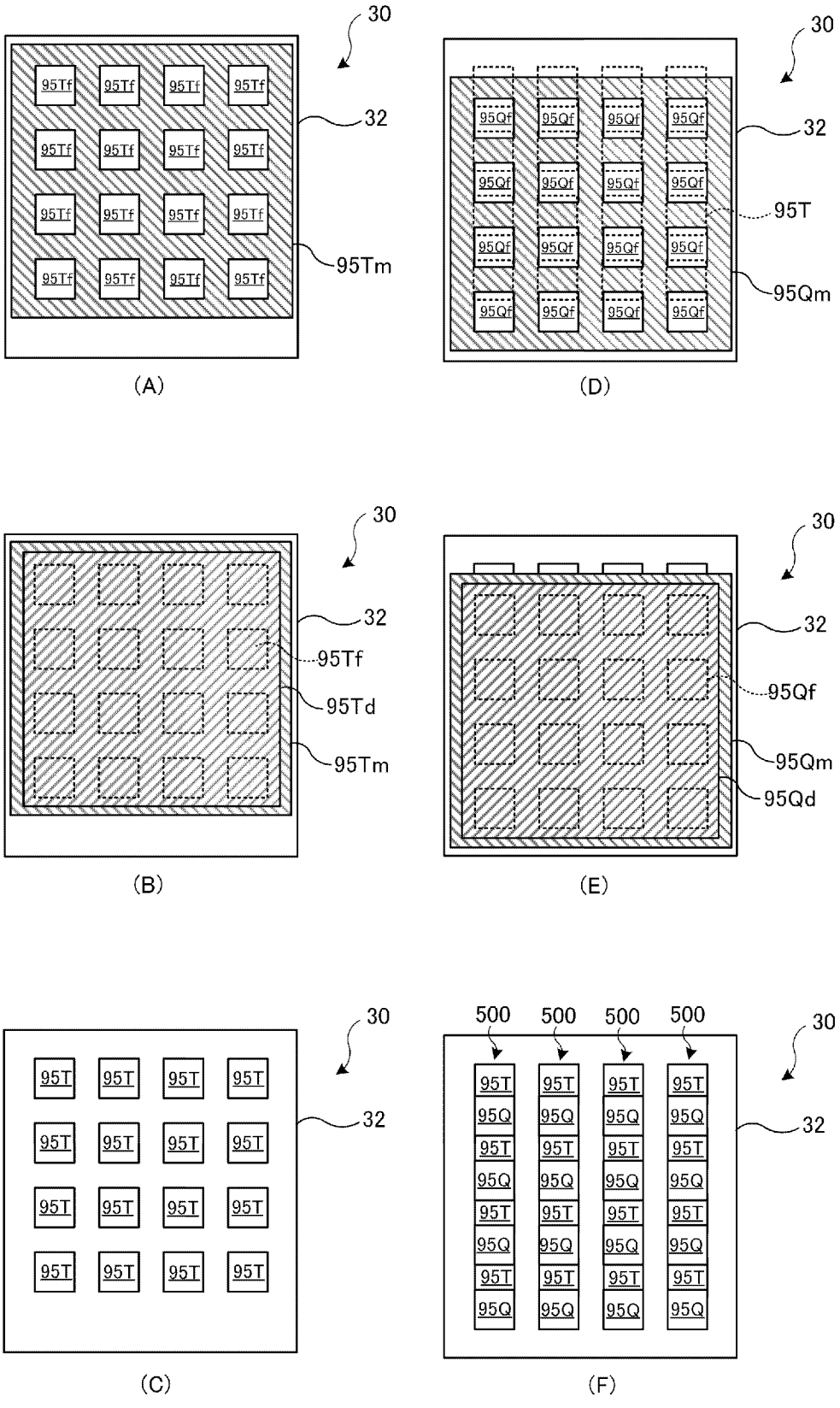
(C)


30
32
95Qf
95P
95Qd
95Qm

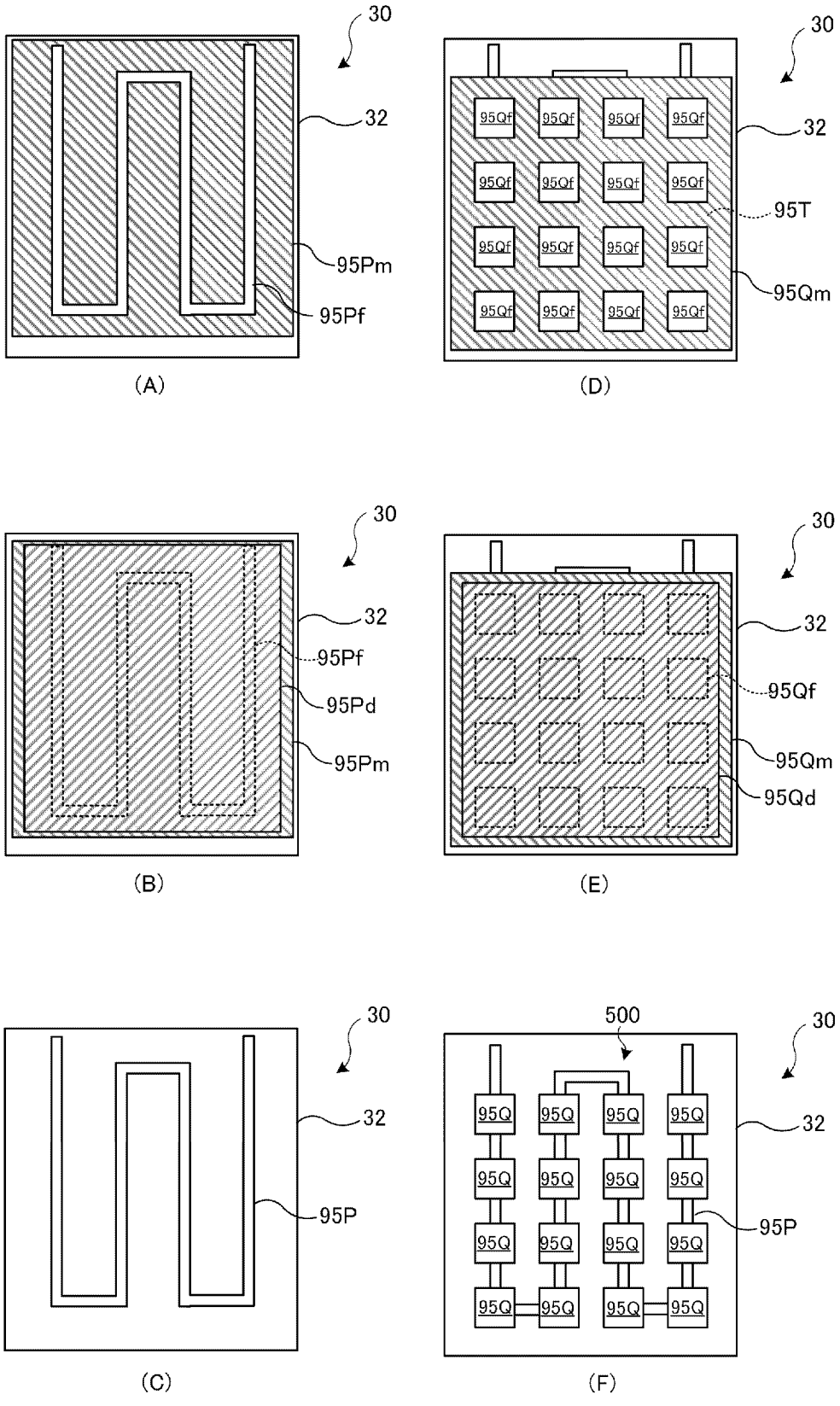
(D)


500
30
95Q
32
95P

[図37]


30
32
95Tm
95Tf
(A)
30
32
95T
95Qm
95Qf
(D)
30
32
95Tf
95Td
95Tm
(B)
30
32
95Qf
95Qm
95Qd
(E)
30
32
95T
(C)
500
30
32
95T
95Q
(F)

[図38]


30
32
95Pm
95Pf
(A)
30
95Qf
32
95T
95Qm
(D)
30
32
95Pf
95Pd
95Pm
(B)
30
32
95Qf
95Qm
95Qd
(E)
30
32
95P
(C)
500
30
95Q
32
95P
(F)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/032002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01B7/16(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)
G01B7/16

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

Japanese Published Examined Utility Model Applications	1922-1996
Japanese Published Unexamined Utility Model Applications	1971-2017
Japanese Examined Utility Model Registrations	1996-2017
Japanese Registered Utility Model Specifications	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 Y	JP 4-9703 A (WORLD ASSOCIATES, LTD.) 14 January 1992, page 3, upper left column, lines 8-12, page 8, lower left column, last line to page 9, upper left column, line 2, fig. 8 (Family: none)	1-6, 8-9, 11-13, 15, 17-18 7, 10, 14, 16, 19-31
Y	JP 59-42402 A (TOSHIBA TEC CORPORATION) 09 March 1984, page 2, upper left column, line 14 to upper right column, line 19, fig. 1, 3, 7 (Family: none)	7, 10, 14, 16, 19-20

☒ 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 November 2017	Date of mailing of the international search report 12 December 2017
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/JP2017/032002

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 3-209031 A (YAMAHA CORPORATION) 12 September 1991, page 2, upper left column, line 1 to lower left column, line 14, fig. 2, 5 (Family: none)	10, 20, 28, 31
Y	JP 5-230618 A (KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS CO., LTD.) 07 September 1993, paragraphs [0022]-[0033], [0045], [0046], fig. 1-3, 5 (Family: none)	21-31
A	US 5679888 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIA1 CO., LTD.) 21 October 1997, entire text, all drawings & EP 706052 A2	1-31

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３２００２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01B7/16(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.　G01B7/16

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 4-9703 A（ワールドアソーシイエイト株式会社）1992.01.14, 第３頁左上欄第８－１２行、第８頁左下欄第末行－第９頁左上欄第２行、第８図（ファミリーなし）	1-6, 8-9, 11-13, 15, 17-18
Y		7, 10, 14, 16, 19-31
Y	JP 59-42402 A（東芝テック株式会社）1984.03.09, 第２頁左上欄第１４行－右上欄第１９行、第１、３、７図（ファミ	7, 10, 14, 16, 19-20

☑　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	国際調査報告の発送日
３０．１１．２０１７	１２．１２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｓ　４０６７
眞岩　久恵
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
	リーなし）	
Y	JP 3-209031 A（ヤマハ株式会社）1991.09.12, 第２頁左上欄第１行－左下欄第１４行、第２、５図（ファミリーなし）	10,20,28,31
Y	JP 5-230618 A（株式会社共和電業）1993.09.07, ［００２２］－［００３３］、［００４５］－［００４６］、図１－３、５（ファミリーなし）	21-31
A	US 5679888 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 1997.10.21, 全文、全図 & EP 706052 A2	1-31