

(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
2012 年 11 月 29 日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/161197 A1

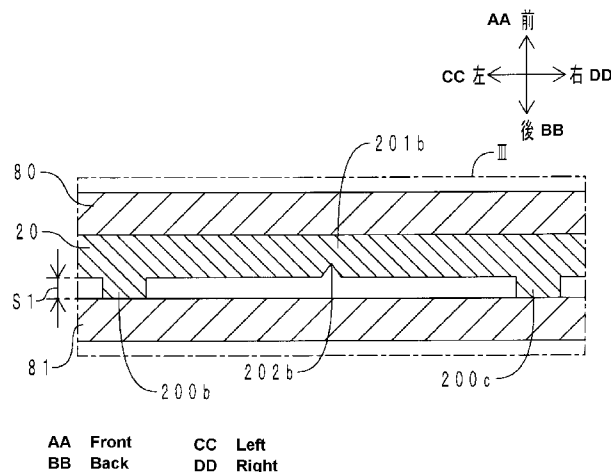
- (51) 国際特許分類:
G01B 7/16 (2006.01) G08B 13/14 (2006.01)
G01L 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063087
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 22 日(22.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-114708 2011 年 5 月 23 日(23.05.2011) JP
特願 2011-114772 2011 年 5 月 23 日(23.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東海
ゴム工業株式会社(TOKAI RUBBER INDUSTRIES,
LTD.) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目 1
番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 齋藤 雄紀
(SAITOU Yuuki) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東
三丁目 1 番地 東海ゴム工業株式会社内 Aichi
(JP). 村山 勝(MURAYAMA Masaru) [JP/JP]; 〒
4858550 愛知県小牧市東三丁目 1 番地 東海ゴ
ム工業株式会社内 Aichi (JP). 村松 篤
- (MURAMATSU Atsushi) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県
小牧市東三丁目 1 番地 東海ゴム工業株式会
社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 東口 倫昭, 外(HIGASHIGUCHI Michiaki
et al.); 〒4510051 愛知県名古屋市西区則武新町 4
- 4 - 1 9 S G名古屋駅ビル 4 0 2 号室 東
口特許事務所 Aichi (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: DESTRUCTIBLE SENSOR

(54) 発明の名称: 被破壊センサ

[図3]



(57) Abstract: The purpose is to provide a destructible sensor which is less prone to detection failure and capable of detecting deformation of an object to be detected that has not resulted in destruction, and in which adjustment of detection sensitivity can be performed easily. A destructible sensor (1) is provided with a destructible member (2) having destructible parts (201a-201d) which are disposed to face a member (81) to be attached and are mainly made of resin so as to have both brittleness and electric conductivity, and multiple support parts (200a-200e) which are interposed between the destructible parts (201a-201d) and the member (81) to be attached, to ensure, between the member (81) to be attached and the destructible parts (201a-201d), a stroke (S1) when the destructible parts (201a-201d) are destructed. The destructible sensor (1) detects deformation of an object (80) to be detected on the basis of a change in an electric resistance before and after the destruction of the destructible parts (201a-201d).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/161197 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19
条(1)）

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

検出漏れが発生しにくく、破壊に至らない検出対象物の変形を検出可能で、検出感度を容易に調整することが可能な被破壊センサを提供することを課題とする。被破壊センサ 1 は、取付対象部材 8 1 に対向して配置され、母材が樹脂であって脆性および導電性を併有する被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d と、被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d と取付対象部材 8 1 との間に介装され、取付対象部材 8 1 との間に被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d が破壊される際のストローク S 1 を確保する複数の支持部 2 0 0 a ~ 2 0 0 e と、を有する被破壊部材 2 を備える。被破壊センサ 1 は、被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d の破壊前後において電気抵抗が変化することを基に、検出対象物 8 0 の変形を検出する。

明 細 書

発明の名称 : 被破壊センサ

技術分野

[0001] 本発明は、破壊されることにより検出対象物の変形を検出する被破壊センサに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、窓ガラスの破壊検出方法が開示されている。窓ガラスの室内側の表面には、錠を中心に、導電性ワイヤが一筆書状に貼り付けられている。窓ガラスが破壊されると、導電性ワイヤが断線する。同文献記載の破壊検出方法によると、当該断線を基に、窓ガラスの破壊を検出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-132753号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、導電性ワイヤは線状を呈している。このため、検出漏れが発生しやすい。すなわち、窓ガラスの、導電性ワイヤが配置されていない部分が破壊される場合、導電性ワイヤは断線しない。この場合、窓ガラスの破壊を検出することができない。また、同文献記載の破壊検出方法によると、窓ガラスに直に導電性ワイヤが貼り付けられている。このため、窓ガラスから独立して、選択的に導電性ワイヤだけを破壊することは困難である。したがって、破壊に至らない窓ガラスの変形を検出することが困難である。また、窓ガラス自体の壊れやすさに、導電性ワイヤの断線しやすさ、すなわち検出感度が支配されてしまう。このため、検出感度を調整することが困難である。

[0005] 本発明の被破壊センサは、上記課題に鑑みて完成されたものである。本発明は、検出漏れが発生しにくく、破壊に至らない検出対象物の変形を検出可

能で、検出感度を容易に調整することが可能な被破壊センサを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 上記課題を解決するため、本発明の被破壊センサは、脆性を有する被破壊部を有する被破壊部材を備え、該被破壊部の破壊を基に、検出対象物の変形を検出することを特徴とする。

[0007] ここで、検出対象物の「変形」には、検出対象物の変位（移動）も含まれる。被破壊部の有する「脆性」とは、一般的に脆性材料と言われている、ガラス、セラミックスなどの有する脆性と、同等の脆性をいう。

[0008] 被破壊部は、脆性を有している。このため、被破壊部の破壊に必要なストロークが短くて済む。したがって、被破壊センサの荷重伝達方向の肉厚を薄くすることができる。また、被破壊部が脆性を有しているため、検出対象物の変形により加えられる荷重により、被破壊部は迅速に破壊される。したがって、実際の変形に対する被破壊センサの応答遅れが小さくなる。また、被破壊部が脆性を有しているため、検出対象物の、破壊に至る変形は勿論、破壊に至らない変形も検出することができる。

[0009] また、被破壊部の壊れやすさを調整することで、検出感度を自在に調整することができる。例えば、被破壊部を壊れやすくすると、検出対象物の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。被破壊部を壊れにくくすると、検出対象物の変形量が多い場合に、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が低くなる。

[0010] (2) 好ましくは、上記(1)の構成において、前記被破壊部は、取付部材に対向して配置され、母材が樹脂であって脆性および導電性を併有し、前記被破壊部材は、該被破壊部と該取付部材との間に介装され、該取付部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する複数の支持部を有し、該被破壊部の破壊前後において電気抵抗が変化することを基に、前記検出対象物の変形を検出する構成とする方がよい。

[0011] 本構成によると、被破壊部の母材が樹脂である。このため、被破壊部の形

状に対する自由度が高い。したがって、線状は勿論、帯状や面状の被破壊部を簡単に作製することができる。検出対象物に対して帯状や面状の被破壊部を配置すると、広い面積に亘って検出対象物の変形を検出することができる。このため、検出漏れが発生しにくくなる。

[0012] また、本構成の被破壊センサは、複数の支持部を備えている。外部から荷重が入力される際、複数の支持部は、取付部材に対して、被破壊部を、浮いた状態で支持している。このため、取付部材と被破壊部との間に、被破壊部の破壊に必要なストロークを確保することができる。

[0013] (2-1) 好ましくは、上記(2)の構成において、前記被破壊部は、取付部材と、該取付部材に対向する押圧部材と、の間に介装される構成とする方がよい。本構成によると、取付部材と押圧部材との間の間隔が小さくなることを利用して、被破壊部を破壊することができる。

[0014] (3) 好ましくは、上記(2)の構成において、前記被破壊部材は、複数の前記支持部のうち少なくとも一つと、前記被破壊部と、を有する一体物の被破壊体を備える構成とする方がよい。

[0015] 本構成によると、全ての支持部が被破壊部と別体である場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、全ての支持部と被破壊部との接合が不要な分、被破壊センサの組付工数が少なくなる。また、被破壊センサの製造コストを削減することができる。

[0016] (4) 好ましくは、上記(2)または(3)の構成において、複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、前記被破壊部の前記電気抵抗に関する電気量を出力する端子である構成とする方がよい。

[0017] 本構成によると、端子を支持部として用いることができる。このため、端子を支持部として用いない場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、被破壊センサの製造コストを削減することができる。

[0018] (4-1) 好ましくは、上記(4)の構成において、前記端子は前記被破壊部よりも脆性が低く、該被破壊部は該端子を介して前記取付部材に取り付けられる構成とする方がよい。

- [0019] 本構成によると、被破壊部は、端子を介して取付部材に取り付けられる。端子（例えば金属製）は被破壊部よりも脆性が低い。すなわち、変形しても壊れにくい。このため、被破壊センサを取付部材に取り付ける際、端子が変形することにより、被破壊部に歪みが残留するのを、抑制することができる。したがって、被破壊部が残留歪みにより破壊されやすくなるのを、抑制することができる。
- [0020] （４－２）好ましくは、上記（４）の構成において、前記端子以外の前記支持部は、外部から荷重が入力される前は前記取付部材から浮いており、該荷重が入力されることにより該取付部材に当接する構成とする方がよい。本構成によると、取付部材からの振動が、支持部を介して、被破壊部に伝達されにくくなる。
- [0021] （５）好ましくは、上記（２）ないし（４）のいずれかの構成において、前記被破壊部に荷重が伝達される方向を荷重伝達方向、該荷重伝達方向に直交する方向を直交方向として、前記被破壊部材は、波長方向が該直交方向、振幅方向が該荷重伝達方向である波板状を呈し、複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、該被破壊部材の振幅の頂部に配置される構成とする方がよい。本構成によると、被破壊部材の形状（波板状）を利用して、支持部、被破壊部が配置されている。
- [0022] （６）好ましくは、上記（２）ないし（５）のいずれかの構成において、前記被破壊部は、自身の破壊を誘起するノッチを有する構成とする方がよい。本構成によると、被破壊部が破壊されやすくなる。このため、検出対象物の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。また、被破壊部における破壊箇所を、ノッチ付近に誘導することができる。このため、複数の被破壊センサ間において、検出感度のばらつきが小さくなる。また、被破壊部が複数配置されている場合は、複数の被破壊部間において、検出感度のばらつきが小さくなる。
- [0023] （７）好ましくは、上記（２）ないし（６）のいずれかの構成において、前記被破壊部は、前記母材中に充填される導電性フィラーを有する構成とす

る方がよい。本構成によると、導電性フィラーの形状、大きさ、充填量などにより、被破壊部の脆性、導電性を調整することができる。

[0024] (8) 好ましくは、上記(2)ないし(7)のいずれかの構成において、前記被破壊部の破断伸びは、5%以下である構成とする方がよい。ここで、破断伸びを5%以下としたのは、5%超過の場合、所望の脆性が得られにくくなるからである。より高い脆性を得るためには、被破壊部の破断伸びを1%以下とする方がよい。

[0025] (9) 好ましくは、上記(2)ないし(8)のいずれかの構成において、前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の中間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する構成とする方がよい。

[0026] 本構成によると、一対のカバー部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から一対のカバー部材側取付部に、荷重が伝達される。このため、被破壊部には、面方向外側に広げられるように、荷重が作用する。したがって、一旦分離した被破壊部の破片同士が、再度繋がるおそれが小さい。言い換えると、一旦導通状態から絶縁状態に切り替わった被破壊センサが、再度絶縁状態から導通状態に切り替わるおそれが小さい。このため、検出対象物の変形に対する検出漏れの発生を抑制することができる。

[0027] (10) 好ましくは、上記(9)の構成において、一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、一対の前記カバー部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、一対の前記カバー部材側連結部を介して、前記カバー部材側突出部から一対の該カバー部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、一対の該カバー部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する構成とする方がよい。

[0028] 本構成によると、一对のカバー部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から一对のカバー部材側取付部に、荷重が伝達される。一对のカバー部材側取付部は、一对の支持部を、面方向外側に押圧する。このため、被破壊部には、一对の支持部を介して、面方向外側に広げられるように、荷重が作用する。したがって、一旦分離した被破壊部の破片同士が、再度繋がるおそれ小さい。

[0029] (11) 好ましくは、上記(9)または(10)の構成において、前記カバー部材は、前記カバー部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有する構成とする方がよい。本構成によると、突起を介して、カバー部材側突出部から被破壊部に、表裏方向に荷重が伝達される。並びに、一对のカバー部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から被破壊部に、面方向に荷重が伝達される。すなわち、入力される荷重を、表裏方向分力と面方向分力とに分けて、被破壊部に伝達することができる。このため、被破壊部を、簡単に、破壊かつ分離することができる。

[0030] (12) 好ましくは、上記(9)ないし(11)のいずれかの構成において、前記カバー部材は、絶縁性を有する構成とする方がよい。本構成によると、外部に対する被破壊部の絶縁性を確保することができる。特に、本構成と上記(11)の構成とを組み合わせる場合、一旦分離した被破壊部の破片間に突起が介入することにより、当該破片同士が再結合するのを抑制することができる。

[0031] (13) 好ましくは、上記(1)の構成において、前記被破壊部材に固定される固定部と、取付対象部材に取り付けられる取付部と、該固定部と該取付部とを連結する連結部と、を有する複数の取付具を備え、複数の該取付具のうち、少なくとも一つの該取付具の該連結部は、前記被破壊部よりも剛性が低い低剛性部を有する構成とする方がよい。ここで、本構成における「取付対象部材」は、上記(2)の構成の「取付部材」に対応する。

[0032] 本発明の被破壊センサは、壊れやすい（脆性を有する）被破壊部を有している。この被破壊センサによると、被破壊部の壊れやすさを調整することに

より、検出感度を調整することができる。また、破壊に至らないような検出対象物の変形であっても、当該変形により被破壊部だけが選択的に壊れるように検出感度を調整することで、当該変形を検出することができる。被破壊部が破壊されると、被破壊センサは使用できなくなる。すなわち、被破壊センサは一度しか使えない。このため、検出対象物の変形以外の要因により被破壊部が破壊されることは好ましくない。

[0033] しかしながら、被破壊センサの寸法誤差（設計形状と実際形状との違い）、被破壊センサを取り付ける取付対象部材の寸法誤差などにより、被破壊部に歪みが発生した状態で、被破壊センサが取付対象部材に取り付けられている場合がある。この場合、当該歪みに起因する応力により、被破壊部が破壊されるおそれがある。

[0034] この点、本構成によると、被破壊センサを取付対象部材に取り付ける際に被破壊部に生じる歪みの少なくとも一部を、取付具の低剛性部が変形することにより、吸収することができる。このため、当該歪みに起因する応力により、被破壊部が破壊されるおそれが小さい。

[0035] また、被破壊部材と取付具との熱変形量（熱膨張量、熱収縮量）が異なる場合、あるいは被破壊部材と取付対象部材との熱変形量が異なる場合、温度変化に起因して、被破壊部材に歪みが生じるおそれがある。この点、本構成によると、当該歪みの少なくとも一部を、取付具の低剛性部が変形することにより、吸収することができる。このため、当該歪みに起因する応力により、被破壊部が破壊されるおそれが小さい。

[0036] （１３－１）好ましくは、上記（１３）の構成において、前記被破壊部は、自身の破壊を誘起するノッチを有する構成とする方がよい。本構成によると、被破壊部が破壊されやすくなる。このため、検出対象物の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。また、被破壊部における破壊箇所を、ノッチ付近に誘導することができる。このため、複数の被破壊センサ間において、検出感度のばらつきが小さくなる。また、単一の被破壊センサに被破壊部が複数配置されている場

合は、複数の被破壊部間において、検出感度のばらつきが小さくなる。

[0037] (13-2) 好ましくは、上記(13)の構成において、前記被破壊部の破断伸びは、5%以下である構成とする方がよい。ここで、破断伸びを5%以下としたのは、5%超過の場合、所望の脆性が得られにくくなるからである。より高い脆性を得るためには、被破壊部の破断伸びを1%以下とする方がよい。

[0038] (14) 好ましくは、上記(13)の構成において、前記被破壊部材は、前記被破壊部から前記取付対象部材側に突設され、該取付対象部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する支持部を有する構成とする方がよい。

[0039] 検出対象物が変形する際、低剛性部が変形すると、その分被破壊部が壊れにくくなるおそれがある。このため、検出精度が低下する。この点、本構成によると、支持部により被破壊部が破壊される際のストロークが確保されている。このため、低剛性部の変形の有無、変形の程度によらず、検出対象物の変形により被破壊部を破壊することができる。したがって、検出精度が向上する。

[0040] (14-1) 好ましくは、上記(14)の構成において、前記被破壊部材は、前記被破壊部と前記支持部とを有する一体物の被破壊体を備える構成とする方がよい。本構成によると、被破壊部材の部品点数が少なくなる。

[0041] (15) 好ましくは、上記(13)または(14)の構成において、前記連結部は、前記取付部から荷重入力側に突出する突出部と、該突出部に対して交差する方向に延在する延在部と、を有し、該延在部は、前記低剛性部を有する構成とする方がよい。

[0042] 突出部に低剛性部を配置すると(ただし、この場合も上記(13)の構成に含まれる。)、被破壊センサの荷重入力方向の剛性が低くなってしまう。この点、本構成によると、突出部ではなく延在部に低剛性部が配置されている。このため、被破壊センサの荷重入力方向の剛性が低下しにくい。

[0043] (16) 好ましくは、上記(15)の構成において、前記低剛性部は、前

記延在部の突出部側端部と固定部側端部とを結ぶ直線に対して、屈曲している屈曲部である構成とする方がよい。

[0044] 本構成によると、延在部の突出部側端部と固定部側端部とを結ぶ直線に対する屈曲により、剛性を調整することができる。すなわち、延在部に屈曲部を配置することにより、屈曲部の剛性を下げることができる。

[0045] (17) 好ましくは、上記(13)ないし(16)のいずれかの構成において、前記低剛性部は、前記連結部の延在方向に対して直交する方向の断面積が、該連結部の他の部分よりも、小さい小断面積部である構成とする方がよい。本構成によると、断面積により剛性を調整することができる。すなわち、連結部に小断面積部を配置することにより、小断面積部の剛性を下げることができる。

[0046] (17-1) 好ましくは、上記(17)の構成において、前記小断面積部は、前記連結部の他の部分に対して、該連結部の延在方向に対して直交する方向に縮幅する括れ部である構成とする方がよい。本構成によると、括れ部の捻れ剛性、曲げ剛性を低下させることができる。

[0047] (17-2) 好ましくは、上記(17)の構成において、前記小断面積部は、前記連結部を貫通する貫通孔を有する中抜き部である構成とする方がよい。本構成によると、中抜き部の捻れ剛性、曲げ剛性を低下させることができる。

[0048] (18) 好ましくは、上記(13)ないし(17)のいずれかの構成において、前記被破壊部は導電性を有し、複数の前記取付具のうち、一对の該取付具は、該被破壊部の破壊に関する電気量を出力する一对の端子である構成とする方がよい。本構成によると、取付具と端子とが共用化されている。このため、被破壊センサの部品点数が少なくなる。

[0049] (18-1) 好ましくは、上記(18)の構成において、前記被破壊部は、樹脂製の母材と、該母材中に充填される導電性フィラーと、を有する構成とする方がよい。本構成によると、導電性フィラーにより、被破壊部の導電性を確保することができる。また、導電性フィラーの母材に対する充填率に

より、導電性を調整することができる。

[0050] (19) 好ましくは、上記(18)の構成において、一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、該端子の前記固定部は、該被破壊部材に埋設され、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向外向きの外向面と、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向内向きの内向面と、を有する埋設部を有する構成とする方がよい。

[0051] 被破壊センサの環境温度が変化すると、当該温度変化に起因して、被破壊部材と端子とが長手方向に相対的に移動するおそれがある。この場合、被破壊部材と端子との間の導通を確保しにくくなる。

[0052] この点、本構成によると、固定部の埋設部が外向面と内向面とを有している。このため、被破壊部材と取付具とが長手方向に相対的に移動する場合であっても、外向面および内向面のうち、少なくとも一方により、被破壊部材と端子との間の導通を確保することができる。

[0053] また、埋設部は、被破壊部材に埋設されている。このため、外向面の長手方向外側には、被破壊部材の内部が配置されている。したがって、埋設部が被破壊部材から長手方向に脱落しにくい。このように、本構成によると、埋設部のアンカー効果により、端子と被破壊部材とが長手方向に分離するのを抑制することができる。

[0054] (20) 好ましくは、上記(18)または(19)の構成において、一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、一对の該端子は、該被破壊部材に長手方向両側から圧縮荷重を加えた状態で、前記取付対象部材に取り付けられる構成とする方がよい。

[0055] 被破壊部材と端子との熱変形量（熱膨張量、熱収縮量）が異なる場合、あるいは被破壊部材と取付対象部材との熱変形量が異なる場合、温度変化に起因して、端子に対して、被破壊部材が長手方向内側に移動するおそれがある。この場合、被破壊部材と端子との間の導通を確保しにくくなる。

[0056] この点、本構成によると、予め、一对の端子は、被破壊部材に長手方向両側から圧縮荷重を加えた状態で、取付対象部材に取り付けられている。この

ため、温度変化に起因して、端子に対して、被破壊部材が長手方向内側に移動する場合であっても、当該移動に端子が追従することができる。したがって、被破壊部材と端子との間の導通を確保することができる。

[0057] (21) 好ましくは、上記(14)ないし(20)のいずれかの構成において、前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の中間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する構成とする方がよい。

[0058] 本構成によると、一対のカバー部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から一対のカバー部材側取付部に、荷重が伝達される。このため、被破壊部には、面方向外側に広げられるように、荷重が作用する。したがって、一旦分離した被破壊部の破片同士が、再度繋がるおそれが小さい。言い換えると、一旦導通状態から絶縁状態に切り替わった被破壊センサが、再度絶縁状態から導通状態に切り替わるおそれが小さい。このため、検出対象物の変形に対する検出漏れの発生を抑制することができる。

[0059] (22) 好ましくは、上記(21)の構成において、一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、一対の前記カバー部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、一対の前記カバー部材側連結部を介して、前記カバー部材側突出部から一対の該カバー部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、一対の該カバー部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する構成とする方がよい。

[0060] 本構成によると、一対のカバー部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から一対のカバー部材側取付部に、荷重が伝達される。一対のカバー部材側取付部は、一対の支持部を、面方向外側に押圧する。このため、被破壊部には、一対の支持部を介して、面方向外側に広げられるように、荷重が作用

する。したがって、一旦分離した被破壊部の破片同士が、再度繋がるおそれ
が小さい。

[0061] (23) 好ましくは、上記(21)または(22)の構成において、前記
カバー部材は、前記カバー部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有
する構成とする方がよい。本構成によると、突起を介して、カバー部材側突
出部から被破壊部に、表裏方向に荷重が伝達される。並びに、一对のカバー
部材側連結部を介して、カバー部材側突出部から被破壊部に、面方向に荷重
が伝達される。すなわち、入力される荷重を、表裏方向分力と面方向分力と
に分けて、被破壊部に伝達することができる。このため、被破壊部を、簡単
に、破壊かつ分離することができる。

[0062] (24) 好ましくは、上記(21)ないし(23)のいずれかの構成にお
いて、前記カバー部材は、絶縁性を有する構成とする方がよい。本構成によ
ると、外部に対する被破壊部の絶縁性を確保することができる。特に、本構
成と上記(23)の構成とを組み合わせる場合、一旦分離した被破壊部の破
片間に突起が介入することにより、当該破片同士が再結合するのを抑制する
ことができる。

発明の効果

[0063] 本発明によると、検出漏れが発生しにくく、破壊に至らない検出対象物
の変形を検出可能で、検出感度を容易に調整することが可能な被破壊センサを
提供することができる。

図面の簡単な説明

[0064] [図1]図1は、第一実施形態の被破壊センサの斜視図である。

[図2]図2は、同被破壊センサの左右方向断面図である。

[図3]図3は、図2の枠ⅠⅠⅠ内の拡大図である。

[図4]図4は、図2の枠ⅠⅤ内の拡大図である。

[図5]図5は、同被破壊センサの回路図である。

[図6]図6は、同被破壊センサの被破壊部の荷重伝達時の左右方向断面図であ
る。

[図7]図7は、同被破壊部の破壊完了時の左右方向断面図である。

[図8]図8は、被破壊部の押し込まれ量と被破壊センサの応答電圧との関係を示すグラフである。

[図9]図9は、第二実施形態の被破壊センサの左右方向断面図である。

[図10]図10は、図9の枠X内の拡大図である。

[図11]図11は、第三実施形態の被破壊センサの左右方向断面図である。

[図12]図12は、図11の枠XⅠⅠ内の拡大図である。

[図13]図13は、第四実施形態の被破壊センサの左右方向断面図である。

[図14]図14は、第五実施形態の被破壊センサの左右方向断面図である。

[図15]図15は、第六実施形態の被破壊センサの斜視図である。

[図16]図16は、同被破壊センサの左右方向断面図である。

[図17]図17は、図16の枠XⅤⅠⅠ内の拡大図である。

[図18]図18は、図17に示す部分の破壊後の拡大図である。

[図19]図19は、第七実施形態の被破壊センサの斜視図である。

[図20]図20は、同被破壊センサの左右方向断面図である。

[図21]図21は、図20の枠XⅩⅠ内の拡大図である。

[図22]図22は、図20の枠XⅩⅠⅠ内の拡大図である。

[図23]図23は、同被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図である。

[図24]図24は、同被破壊センサの被破壊部の破壊時の左右方向断面図である。

[図25]図25は、同被破壊センサの左側の端子付近の変形状態における透過斜視図である。

[図26]図26（a）は、同被破壊センサの左側の端子付近の基準状態における透過前面図である。図26（b）は、同端子付近の伸張状態における透過前面図である。図26（c）は、同端子付近の収縮状態における透過前面図である。

[図27]図27は、第八実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図である。

[図28]図 2 8 は、第九実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図である。

[図29]図 2 9 は、第十実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図である。

[図30]図 3 0 は、第十一実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図である。

[図31]図 3 1 は、第十二実施形態の被破壊センサの透過前面図である。

[図32]図 3 2 は、第十三実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図である。

[図33]図 3 3 は、第十四実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図である。

[図34]図 3 4 は、第十五実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図である。

[図35]図 3 5 は、被破壊センサのノッチ付近の断面図である。

[図36]図 3 6 は、その他の被破壊センサ（その 1）の左右方向断面図である。

[図37]図 3 7 は、その他の被破壊センサ（その 2）の左右方向断面図である。

符号の説明

[0065] 1 : 被破壊センサ、2 : 被破壊部材、3 L : 端子、3 R : 端子。

2 0 : 被破壊体、2 1 L : 端子、2 1 R : 端子、2 2 : カバー部材、3 0 L : 固定部、3 1 L : 取付部、3 2 L : 連結部、8 0 : 検出対象物、8 1 : 取付対象部材（取付部材）、8 2 : 押圧部材、9 0 : 回路。

2 0 0 a ~ 2 0 0 e : 支持部、2 0 1 a ~ 2 0 1 d : 被破壊部、2 0 2 a ~ 2 0 2 d : ノッチ、2 0 3 a ~ 2 0 3 d : 凸部、2 0 4 a ~ 2 0 4 v : 支持部、2 0 5 a ~ 2 0 5 u : 被破壊部、2 0 6 : 被破壊部、2 0 7 : 被破壊部、2 0 7 a ~ 2 0 7 d : ノッチ、2 1 0 L : 固定端部、2 1 0 L a : 固定溝部、2 1 1 L : 埋設端部、2 2 0 a ~ 2 2 0 e : カバー部材側取付部、2

21b : カバー部材側突出部、221c : カバー部材側突出部、222bL : カバー部材側連結部、222bR : カバー部材側連結部、222cL : カバー部材側連結部、222cR : カバー部材側連結部、223b : 突起、223c : 突起、224 : 基部、300L : 埋設部、300La : 外向面、300Lb : 内向面、310L : 取付溝部、320L : 突出部、321L : 延在部、321La : 括れ部（小断面積部）、321Lb : 中抜き部（小断面積部）、321Lc : 貫通孔、321Ra : 括れ部（小断面積部）、322La : 低剛性部、322Lb : 低剛性部、323L : 屈曲部、324L : 小断面積部、810L : スクリュー、810R : スクリュー、811L : 配線、811La : 目玉部、811R : 配線、811Ra : 目玉部、900 : 電源、901 : 第一抗体、902 : 第二抗体。

A1 : 隙間、A2 : 隙間、C1 : クラック、F1 : 荷重、F2 : 引張力、S1 : ストローク、f1 : 荷重、f2L : 荷重、f2R : 荷重。

発明を実施するための形態

[0066] 以下、本発明の被破壊センサの実施の形態について説明する。

[0067] <第一実施形態>

[被破壊センサの構成]

まず、本実施形態の被破壊センサの構成について説明する。図1に、本実施形態の被破壊センサの斜視図を示す。図2に、同被破壊センサの左右方向（長手方向）断面図を示す。以下に示す図中、前後方向（被破壊センサの表裏方向）は、本発明の「荷重伝達方向」に対応している。左右方向（被破壊センサの面方向）は、本発明の「直交方向」に対応している。

[0068] 図1、図2に示すように、本実施形態の被破壊センサ1は、前方（表側）の検出対象物80（図1においては省略して示す）と、後方（裏側）の取付対象部材81と、の間に介装されている。取付対象部材81は、本発明の「取付部材」および「取付対象部材」の概念に含まれる。被破壊センサ1は、被破壊部材2を備えている。被破壊部材2は、被破壊体20と、端子21L、21Rと、を備えている。被破壊体20は、全体として左右方向に延在す

る平板状を呈している。被破壊体 20 の母材はエポキシ樹脂である。母材には、カーボンビーズが充填されている。エポキシ樹脂は、本発明の「樹脂」の概念に含まれる。カーボンビーズは、本発明の「導電性フィラー」の概念に含まれる。被破壊体 20 全体を 100 体積%として、カーボンビーズは 45 体積%配合されている。被破壊体 20 は、射出成形品の一体物である。被破壊体 20 は、検出対象物 80 の後面に当接している。被破壊体 20 は、五つの支持部 200 a ~ 200 e と、四つの被破壊部 201 a ~ 201 d と、を備えている。

[0069] 支持部 200 a ~ 200 e は、各々、角柱状を呈している。支持部 200 a ~ 200 e は、取付対象部材 81 の前面に配置されている。支持部 200 a ~ 200 e は、所定間隔ずつ離間して、左右方向に並んでいる。

[0070] 被破壊部 201 a ~ 201 d は、各々、平板状を呈している。被破壊部 201 a は支持部 200 a と支持部 200 b との間に、被破壊部 201 b は支持部 200 b と支持部 200 c との間に、被破壊部 201 c は支持部 200 c と支持部 200 d との間に、被破壊部 201 d は支持部 200 d と支持部 200 e との間に、各々、架設されている。

[0071] 被破壊部 201 a ~ 201 d の後面中央には、各々、ノッチ 202 a ~ 202 d が凹設されている。図 3 に、図 2 の枠 111 内の拡大図を示す。ノッチ 202 b は、被破壊部 201 b の後面に形成されている。ノッチ 202 b は、上下方向（短手方向）に延在する V 字溝状を呈している。なお、ノッチ 202 a、202 c、202 d の形状は、ノッチ 202 b の形状と同様である。

[0072] 図 4 に、図 2 の枠 115 内の拡大図を示す。図 1、図 2、図 4 に示すように、端子 21 L は、金属製であって、全体としてクランク状に曲がった板状を呈している。端子 21 L は、被破壊体 20 の左端に配置されている。端子 21 L は、被破壊体 20 を支持している。すなわち、端子 21 L は、本発明の「支持部」の概念に含まれる。端子 21 L は、固定端部 210 L と埋設端部 211 L とを備えている。固定端部 210 L には、固定溝部 210 L a が形

成されている。固定溝部 210La は、左方に開口する U 字状を呈している。固定溝部 210La には、スクリー 810L が挿入されている。スクリー 810L の胴部には、配線 811L の目玉部 811La が環装されている（図 1、図 4 参照）。スクリー 810L により、固定端部 210L つまり端子 21L は、取付対象部材 81 の前面に固定されている。また、スクリー 810L により、端子 21L と配線 811L とは接続されている。

[0073] 埋設端部 211L は、固定端部 210L の右前方向に、一段突出して、配置されている。埋設端部 211L は、被破壊体 20 の左端に、部分的に埋設されている。なお、端子 21R の構成は、端子 21L の構成と同様である。端子 21R の配置は、端子 21L の配置と左右対称である。端子 21R は、被破壊体 20 を支持している。すなわち、端子 21R は、本発明の「支持部」の概念に含まれる。スクリー 810R により、端子 21R は、取付対象部材 81 に固定されている。また、スクリー 810R により、端子 21R と配線 811R とは接続されている。配線 811L、811R は、制御装置（図略）に電氣的に接続されている。制御装置の記憶部には、検出しきい値（電圧）が格納されている。

[0074] 端子 21L、21R と被破壊体 20 とは、インサート成形により一体化されている。すなわち、まず、射出成形型のキャビティ内に埋設端部 211L が部分的に突出した状態で、端子 21L、21R を配置し、次に、当該キャビティ内に原料を注入し、被破壊体 20 を射出成形することにより、端子 21L、21R と被破壊体 20 とは一体化されている。

[0075] 次に、本実施形態の被破壊センサの回路構成について説明する。図 5 に、本実施形態の被破壊センサの回路図を示す。図 5 に示すように、回路 90 は、電源 900 と第一抵抗体 901 と第二抵抗体 902 とを備えている。回路 90 は、制御装置に配置されている。

[0076] 第一抵抗体 901 の電気抵抗 R_1 、第二抵抗体 902 の電気抵抗 R_2 、電源 900 の電圧 E は、各々一定である。端子 21L、21R 間の電気抵抗（被破壊体 20 の電気抵抗）を R_s として、検出点 P1、P2 間の電気抵抗 R

t は、次式（１）により算出される。

$$R_t = (R_s \cdot R_2) / (R_s + R_2) \quad \dots \dots \text{式（１）}$$

また、検出点 P_1 、 P_2 間の応答電圧 V_t は、次式（２）により算出される。

$$V_t = (R_t / (R_t + R_1)) \cdot E \quad \dots \dots \text{式（２）}$$

[0077] [被破壊センサの動き]

次に、本実施形態の被破壊センサ１の動きについて説明する。図６に、本実施形態の被破壊センサの被破壊部の荷重伝達時の左右方向断面図を示す。

図７に、同被破壊部の破壊完了時の左右方向断面図を示す。図８に、被破壊部の押し込まれ量と被破壊センサの応答電圧との関係をグラフで示す。なお、図６、図７に示す部分は、図３の枠１１１内に対応する部分である。

[0078] 図６、図７に示すように、荷重 F_1 は、前方から検出対象物 ８０に入力される。検出対象物 ８０は、前方から被破壊体 ２０の被破壊部 ２０１ｂを押圧する。図６に誇張して示すように、押圧された被破壊部 ２０１ｂは、支持部 ２００ｂと支持部 ２００ｃとの間で、後方に膨らむように撓む。つまり、被破壊部 ２０１ｂは、支持部 ２００ｂ、２００ｃにより確保されるストローク S_1 を消費しながら撓む。このため、被破壊部 ２０１ｂの後面には、左右方向に引張力 F_2 が作用する。したがって、ノッチ ２０２ｂの溝底に荷重が集中する。

[0079] ここで、被破壊体 ２０は、カーボンビーズを含むエポキシ樹脂製である。このため、被破壊体 ２０は脆い。したがって、荷重により、ノッチ ２０２ｂの溝底には、前方に向かってクラック C_1 が発生する。クラック C_1 が被破壊部 ２０１ｂの前面まで進展すると、図７に示すように、被破壊部 ２０１ｂが破断する。

[0080] 被破壊体 ２０が破断すると、図２に示す端子 ２１Ｌ、２１Ｒ間の電気抵抗 R_s が無限大になる。したがって、式（１）から $R_t = R_2$ になる。また、式（２）から $V_t = (R_2 / (R_2 + R_1)) \cdot E$ になる。すなわち、図８に示すように、応答電圧 V_t が上昇し、検出しきい値 V_{th} を超える。応答

電圧 V_t が検出しきい値を超えると、制御装置の演算部は、被破壊体 20 が導通状態から絶縁状態に切り替わったと判別する。つまり、検出対象物 80 が変形したと判別する。このようにして、本実施形態の被破壊センサ 1 は、自身が破壊されることにより、検出対象物 80 の変形を検出している。

[0081] また、被破壊体 20 が短絡すると、端子 21 L、21 R 間の電気抵抗 R_s が 0 になる。したがって、式 (1) から $R_t = 0$ になる。また、式 (2) から $V_t = 0$ になる。すなわち、図 8 に点線で示すように、応答電圧 V_t が 0 になると、制御装置の演算部は、被破壊体 20 が導通状態から短絡状態に切り替わったと判別する。

[0082] [作用効果]

次に、本実施形態の被破壊センサ 1 の作用効果について説明する。本実施形態の被破壊センサ 1 によると、被破壊体 20 の母材が樹脂である。このため、被破壊体 20 の形状に対する自由度が高い。したがって、線状は勿論、帯状や面状の被破壊部 201 a ~ 201 d を簡単に作製することができる。ここで、被破壊部 201 a ~ 201 d は面状を呈している。このため、広い面積に亘って検出対象物 80 の変形を検出することができる。したがって、検出漏れが発生しにくくなる。

[0083] また、図 2 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 は、支持部 200 a ~ 200 e を備えている。また、端子 21 L、21 R も、支持部 200 a ~ 200 e の役割を有している。複数の支持部 200 a ~ 200 e、端子 21 L、21 R は、取付対象部材 81 に対して、被破壊部 201 a ~ 201 d を、前方に浮いた状態で支持している。このため、図 3 に示すように、取付対象部材 81 と被破壊部 201 a ~ 201 d との間に、被破壊部 201 a ~ 201 d の破壊に必要なストローク S_1 を確保することができる。

[0084] また、被破壊部 201 a ~ 201 d は、脆性を有している。具体的には、被破壊部 201 a ~ 201 d は、取付対象部材 81 よりも、脆性が高い。このため、被破壊部 201 a ~ 201 d の破壊に必要なストローク S_1 が短くて済む。したがって、被破壊センサ 1 の前後方向の肉厚を薄くすることがで

きる。また、図 7 に示すように、被破壊部 201a～201d が脆性を有しているため、荷重 F1 により、被破壊部 201a～201d は迅速に破壊される。したがって、実際の変形に対する被破壊センサ 1 の応答遅れが小さくなる。また、被破壊部 201a～201d が脆性を有しているため、検出対象物 80 の、破壊に至る変形は勿論、破壊に至らない変形も検出することができる。

[0085] また、被破壊部 201a～201d の壊れやすさを調整することで、検出感度を自在に調整することができる。例えば、被破壊部 201a～201d を壊れやすくすると、検出対象物 80 の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。被破壊部 201a～201d を壊れにくくすると、検出対象物 80 の変形量が大きい場合に、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が低くなる。

[0086] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、図 2 に示すように、一体物の被破壊体 20 が配置されている。すなわち、支持部 200a～200e と被破壊部 201a～201d とが、射出成形により、一体に作製されている。このため、支持部 200a～200e が被破壊部 201a～201d と別体である場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、支持部 200a～200e と被破壊部 201a～201d との接合が不要な分、被破壊センサ 1 の組付工数が少なくなる。また、被破壊センサ 1 の製造コストを削減することができる。

[0087] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、端子 21L、21R と被破壊体 20 とは、インサート成形により一体化されている。すなわち、被破壊体 20 の成形と同時に、被破壊体 20 と端子 21L、21R との接合が行われる。このため、被破壊センサ 1 の製造工数が少なくて済む。したがって、被破壊センサ 1 の製造コストを削減することができる。

[0088] また、図 2 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、端子 21L、21R が支持部兼用である。このため、端子 21L、21R を支持部として用いない場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、被破壊セン

サ 1 の製造コストを削減することができる。

[0089] また、図 2 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、被破壊体 20 は、端子 21 L、21 R を介して、取付対象部材 81 に取り付けられている。端子 21 L、21 R は金属製である。このため、端子 21 L、21 R は被破壊体 20 よりも延性が高い。また、被破壊体 20 は、カーボンフィバーを含むエポキシ樹脂製である。このため、端子 21 L、21 R は被破壊体 20 よりも脆性が低い。すなわち、端子 21 L、21 R は被破壊体 20 よりも、変形しても壊れにくい。このため、被破壊センサ 1 を取付対象部材 81 に取り付けの際、端子 21 L、21 R が変形することにより、被破壊体 20 に歪みが残留するのを、抑制することができる。したがって、被破壊体 20 が残留歪みにより破壊されやすくなるのを、抑制することができる。

[0090] また、図 2 に示すように、被破壊部 201 a～201 d には、各々、ノッチ 202 a～202 d が形成されている。このため、被破壊部 201 a～201 d は破壊されやすい。したがって、検出対象物 80 の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。また、図 6 に示すように、被破壊部 201 a～201 d における破壊箇所を、ノッチ 202 a～202 d 付近に誘導することができる。このため、複数の被破壊センサ 1 間において、検出感度のばらつきが小さくなる。また、単一の被破壊センサ 1 の複数の被破壊部 201 a～201 d 間において、検出感度のばらつきが小さくなる。

[0091] また、被破壊体 20 は、カーボンフィバーを含有している。このため、カーボンフィバーの形状、大きさ、充填量などにより、被破壊部 201 a～201 d の脆性、導電性を調整することができる。

[0092] また、図 8 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、導通状態から絶縁状態への変化のみならず、導通状態から短絡状態への変化を検出することができる。このため、被破壊センサ 1 の自己診断性が高い。

[0093] また、図 6 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、被破壊部 201 a～201 d の後面（荷重 F1 が入力される方向と反対方向の面）

に作用する引張力 F_2 を利用して、被破壊部201a～201dが破壊される。並びに、被破壊部201a～201dのうち、後方から支持部200a～200eにより支持されている部分と、後方から支持部200a～200eにより支持されていない部分と、の間に作用する剪断力を利用して、被破壊部201a～201dが破壊される。このため、被破壊部201a～201dを迅速に破壊することができる。

[0094] <第二実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第一実施形態の被破壊センサとの相違点は、被破壊体の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図9に、本実施形態の被破壊センサの左右方向断面図を示す。図10に、図9の枠X内の拡大図を示す。なお、図2、図4と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0095] 図9、図10に示すように、被破壊体20の被破壊部201a～201dの前面には、各々、凸部203a～203dが、一体的に形成されている。凸部203a～203dは、各々、角柱状を呈している。凸部203a～203dの頂面（前面）は、各々、検出対象物80の後面に当接している。前方または後方から見て、凸部203a～203dは、各々、ノッチ202a～202dと重複している。

[0096] 本実施形態の被破壊センサ1は、構成が共通する部分に関しては、第一実施形態の被破壊センサと同様の作用効果を有する。また、本実施形態の被破壊センサ1によると、ノッチ202a～202dの前方に凸部203a～203dが配置されている。このため、検出対象物80に加わる荷重を、ノッチ202a～202d付近に集中させることができる。また、被破壊部201a～201dにおける破壊箇所を、ノッチ202a～202d付近に誘導することができる。

[0097] また、本実施形態の被破壊センサ1によると、被破壊部201a～201dのうち、後方から支持部200a～200eにより支持されている部分と、後方から支持部200a～200eにより支持されていない部分と、の間

に作用する剪断力を利用して、被破壊部 201a～201d が破壊される。並びに、被破壊部 201a～201d のうち、前方に凸部 203a～203d が配置されている部分と、前方に凸部 203a～203d が配置されていない部分と、の間に作用する剪断力を利用して、被破壊部 201a～201d が破壊される。このため、被破壊部 201a～201d を迅速に破壊することができる。

[0098] <第三実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第一実施形態の被破壊センサとの相違点は、被破壊体の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 11 に、本実施形態の被破壊センサの左右方向断面図を示す。図 12 に、図 11 の枠 X11 内の拡大図を示す。なお、図 2、図 4 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0099] 図 11、図 12 に示すように、被破壊部材 2 の被破壊体 20 は、波板状（具体的には、左後－右前方向に延在する平板と、左前－右後方向に延在する平板と、が左右方向に交互に連なるジグザグ状）を呈している。被破壊体 20 の波長方向は左右方向である。被破壊体 20 の振幅方向は前後方向である。支持部 204a～204v は、被破壊体 20 の振幅の後方の頂部に配置されている。支持部 204a～204v は、各々、取付対象部材 81 の前面に線接触している。被破壊部 205a～205u は、各々、前方に尖る V 字状を呈している。被破壊部 205a～205u は、各々、左右方向に隣接する支持部 204a～204v 間に配置されている。被破壊部 205a～205u の V 字頂部（被破壊体 20 の振幅の前方の頂部）は、各々、検出対象物 80 の後面に線接触している。端子 21L、21R は、各々、平板状を呈している。なお、端子 21L、21R は、被破壊体 20 を支持していない。

[0100] 本実施形態の被破壊センサ 1 は、構成が共通する部分に関しては、第一実施形態の被破壊センサと同様の作用効果を有する。また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、被破壊体 20 の形状（波板状）を利用して、支持部 204a～204v と被破壊部 205a～205u とを、左右方向に交互に配

置することができる。

[0101] また、被破壊部 205 a～205 u の V 字頂部は、検出対象物 80 の後面に線接触している。このため、被破壊部 205 a～205 u の V 字頂部に、荷重を集中して入力することができる。

[0102] また、支持部 204 a～204 v は、取付対象部材 81 の前面に線接触している。このため、支持部 204 a～204 v に、支持部 204 a～204 v から取付対象部材 81 に加わる荷重の反力を、集中して入力することができる。

[0103] <第四実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第一実施形態の被破壊センサとの相違点は、被破壊部材の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 13 に、本実施形態の被破壊センサの左右方向断面図を示す。なお、図 2 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0104] 図 13 に示すように、被破壊センサ 1 は、単一の被破壊部 206 を備えている。被破壊部 206 は、左右方向に延在する平板状を呈している。端子 21 L は、被破壊部 206 の左端を支持している。端子 21 R は、被破壊部 206 の右端を支持している。

[0105] 本実施形態の被破壊センサ 1 は、構成が共通する部分に関しては、第一実施形態の被破壊センサと同様の作用効果を有する。また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、端子 21 L、21 R のみにより、被破壊部 206 の破壊に必要なストロークを確保することができる。このため、被破壊部 206 に一体的に支持部を配置する必要がない。したがって、被破壊部 206 の構造が単純になる。

[0106] <第五実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第四実施形態の被破壊センサとの相違点は、一对の配線が被破壊部を支持している点である。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 14 に、本実施形態の被破壊センサの左右方向断面図を示す。なお、図 13 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0107] 図14に示すように、端子21L、21Rは、各々、平板状を呈している。端子21L、21Rは、被破壊体20を支持していない。配線の目玉部811La（図1参照）は、端子21Lと取付対象部材81との間に介装されている。目玉部811Laは、端子21Lを介して、被破壊部206の左端を支持している。また、配線の目玉部811Raは、端子21Rと取付対象部材81との間に介装されている。目玉部811Raは、端子21Rを介して、被破壊部206の右端を支持している。このように、被破壊部206は、一对の目玉部811La、811Raにより、支持されている。

[0108] 本実施形態の被破壊センサ1は、構成が共通する部分に関しては、第四実施形態の被破壊センサと同様の作用効果を有する。また、本実施形態の被破壊センサ1によると、目玉部811La、811Raのみにより、被破壊部206の破壊に必要なストロークを確保することができる。このため、被破壊部206に一体的に支持部を配置する必要がない。また、端子21L、21Rをクランク状に湾曲させる必要がない。

[0109] <第六実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第一実施形態の被破壊センサとの相違点は、被破壊部材がカバー部材を備えている点である。ここでは、相違点についてのみ説明する。図15に、本実施形態の被破壊センサの斜視図を示す。なお、図1と対応する部位については同じ符号で示す。また、カバー部材22を透過して示す。図16に、同被破壊センサの左右方向（長手方向）断面図を示す。なお、図2と対応する部位については同じ符号で示す。図17に、図16の枠XVII内の拡大図を示す。なお、図6と対応する部位については同じ符号で示す。

[0110] 図15～図17に示すように、被破壊体20の前方（表側）には、カバー部材22が配置されている。カバー部材22は、ポリプロピレン製であって、全体として左右方向（面方向）に延在する平板状を呈している。カバー部材22は、合計十二個のカバー部材側取付部220a～220eと、左右一对のカバー部材側突出部221b、221cと、合計四個のカバー部材側連

結部 222bL、222bR、222cL、222cR と、左右一対の突起 223b、223c と、基部 224 と、を備えている。

[0111] 基部 224 は、被破壊体 20 の前面に当接している。合計十二個のカバー部材側取付部 220a～220e は、基部 224 の上下両縁に、六個ずつ分かれて配置されている。基部 224 上縁の六個のカバー部材側取付部 220a～220e と、基部 224 下縁の六個のカバー部材側取付部 220a～220e と、は上下方向に対向している。具体的には、上下一対のカバー部材側取付部 220a は、支持部 200a の右側に配置されている。上下一対のカバー部材側取付部 220b は、支持部 200b の右側に配置されている。上下一対のカバー部材側取付部 220cL は、支持部 200c の左側に配置されている。上下一対のカバー部材側取付部 220cR は、支持部 200c の右側に配置されている。上下一対のカバー部材側取付部 220d は、支持部 200d の左側に配置されている。上下一対のカバー部材側取付部 220e は、支持部 200e の左側に配置されている。

[0112] カバー部材側取付部 220a～220e の後端（先端）は、各々、爪状を呈している。任意の上下一対のカバー部材側取付部 220a～220e は、被破壊部 201a～201d を、上下方向から挟持している。当該挟持により、基部 224 つまりカバー部材 22 は、被破壊体 20 に、着脱可能に取り付けられている。また、カバー部材側取付部 220a～220e と支持部 200a～200e とが左右方向から当接することにより、被破壊体 20 に対するカバー部材 22 のがたつきが規制されている。

[0113] 左右一対のカバー部材側突出部 221b、221c は、基部 224 よりも、前方に配置されている。左側のカバー部材側突出部 221b と被破壊部 201b とは、前後方向に対向している。右側のカバー部材側突出部 221c と被破壊部 201c とは、前後方向に対向している。左右一対のカバー部材側突出部 221b、221c と、被破壊部 201b、201c と、の間には隙間が区画されている。

[0114] 合計四個のカバー部材側連結部 222bL、222bR、222cL、2

2 2 c Rのうち、左側の一对のカバー部材側連結部 2 2 2 b L、2 2 2 b R は、カバー部材側突出部 2 2 1 b の左右両側に配置されている。具体的には、カバー部材側連結部 2 2 2 b L は、カバー部材側突出部 2 2 1 b と、上下一对のカバー部材側取付部 2 2 0 b（基部 2 2 4）と、を連結している。カバー部材側連結部 2 2 2 b R は、カバー部材側突出部 2 2 1 b と、上下一对のカバー部材側取付部 2 2 0 c L（基部 2 2 4）と、を連結している。

[0115] 合計四個のカバー部材側連結部 2 2 2 b L、2 2 2 b R、2 2 2 c L、2 2 2 c Rのうち、右側の一对のカバー部材側連結部 2 2 2 c L、2 2 2 c R は、カバー部材側突出部 2 2 1 c の左右両側に配置されている。具体的には、カバー部材側連結部 2 2 2 c L は、カバー部材側突出部 2 2 1 c と、上下一对のカバー部材側取付部 2 2 0 c R（基部 2 2 4）と、を連結している。カバー部材側連結部 2 2 2 c R は、カバー部材側突出部 2 2 1 c と、上下一对のカバー部材側取付部 2 2 0 d（基部 2 2 4）と、を連結している。

[0116] 左右一对の突起 2 2 3 b、2 2 3 cのうち、左側の突起 2 2 3 b は、カバー部材側突出部 2 2 1 b の後面（裏面）から突設されている。突起 2 2 3 b の後端は、被破壊部 2 0 1 b の前面に当接している。突起 2 2 3 b の後方には、ノッチ 2 0 2 b が配置されている。

[0117] 左右一对の突起 2 2 3 b、2 2 3 cのうち、右側の突起 2 2 3 c は、カバー部材側突出部 2 2 1 c の後面（裏面）から突設されている。突起 2 2 3 c の後端は、被破壊部 2 0 1 c の前面に当接している。突起 2 2 3 c の後方には、ノッチ 2 0 2 c が配置されている。

[0118] 以下、図 1 5 に示すカバー部材側突出部 2 2 1 b に荷重が加わる場合について説明する。なお、カバー部材側突出部 2 2 1 c に荷重が加わる場合についても同様である。図 1 7 に示すように、荷重 F 1 は、前方から検出対象物 8 0 に入力される。カバー部材側突出部 2 2 1 b は、突起 2 2 3 b を介して、被破壊部 2 0 1 b に、前方から荷重 f 1 を加える。また、カバー部材側突出部 2 2 1 b は、左側のカバー部材側連結部 2 2 2 b L、左側の上下一对のカバー部材側取付部 2 2 0 b を介して、支持部 2 0 0 b および被破壊部 2 0

1 bの左端部分に、右方から荷重 f_{2L} を加える。また、カバー部材側突出部 221 bは、右側のカバー部材側連結部 222 b R、右側の上下一対のカバー部材側取付部 220 c Lを介して、支持部 200 cおよび被破壊部 201 bの右端部分に、左方から荷重 f_{2R} を加える。すなわち、荷重 f_1 は、ノッチ 202 bを溝底側から押し広げるように作用する。また、荷重 f_{2L} 、 f_{2R} は、ノッチ 202 bを左右方向から引っ張るように作用する。

[0119] 図18に、図17に示す部分の破壊後の拡大図を示す。図18に示すように、荷重 F_1 により、被破壊部 201 bは、ノッチ 202 bを起点に分断する。被破壊部 201 bの破片間には、突起 223 bが介入している。また、支持部 200 bと支持部 200 cとの間隔は、上下一対のカバー部材側取付部 220 bと上下一対のカバー部材側取付部 220 c Lとにより、左右方向に拡張している。

[0120] 本実施形態の被破壊センサ1は、構成が共通する部分に関しては、第一実施形態の被破壊センサと同様の作用効果を有する。また、本実施形態の被破壊センサ1によると、一対のカバー部材側連結部 222 b L、222 b Rを介して、カバー部材側突出部 221 bから二対のカバー部材側取付部 220 b、220 c Lに、荷重が伝達される。このため、被破壊部 201 bには、左右方向外側に広げられるように、荷重が作用する。したがって、一旦分離した被破壊部 201 bの破片同士が、再度繋がるおそれが小さい。言い換えると、一旦導通状態から絶縁状態に切り替わった被破壊センサ1が、再度絶縁状態から導通状態に切り替わるおそれが小さい。このため、検出対象物80の変形に対する検出漏れの発生を抑制することができる。

[0121] また、本実施形態の被破壊センサ1によると、一対の支持部 200 b、200 cは、被破壊部 201 bの左右方向両側に配置されている。並びに、二対のカバー部材側取付部 220 b、220 c Lは、一対の支持部 200 b、200 cの左右方向内側に配置されている。このため、荷重 F_1 が加わると、二対のカバー部材側取付部 220 b、220 c Lは、一対の支持部 200 b、200 cを左右方向外側に押し出す。したがって、一旦分離した被破壊

部 201b の破片同士が、再度繋がるおそれが小さい。

[0122] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、カバー部材側突出部 221b と被破壊部 201b との間に突起 223b が介在している。このため、荷重 F_1 を、荷重（前後方向分力） f_1 と荷重（左右方向分力） f_{2L} 、 f_{2R} とに分けて、被破壊部 201b に伝達することができる。したがって、被破壊部 201b を、簡単に、破壊かつ分離することができる。

[0123] また、カバー部材 22 は、絶縁性を有している。このため、検出対象物 80 に対する被破壊部 201b の絶縁性を確保することができる。また、一旦分離した被破壊部 201b の破片間に突起 223b が介入することにより、当該破片同士が再結合するのを抑制することができる。

[0124] また、突起 223b とノッチ 202b、突起 223c とノッチ 202c は、各々、前後方向に対向している。このため、ノッチ 202b、202c に荷重を集中させやすい。したがって、ノッチ 202b、202c を起点にクラックを発生させやすい。

[0125] <第七実施形態>

[被破壊センサの構成]

まず、本実施形態の被破壊センサの構成について説明する。図 19 に、本実施形態の被破壊センサの斜視図を示す。図 20 に、同被破壊センサの左右方向（長手方向）断面図を示す。図 19、図 20 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 は、前方の検出対象物 80（図 19 においては省略して示す。）と、後方の取付対象部材 81 と、の間に介装されている。被破壊センサ 1 は、被破壊部材 2 と左右一对の端子 3L、3R とを備えている。

[0126] （被破壊部材 2）

被破壊部材 2 は、被破壊体 20 を備えている。被破壊体 20 は、全体として左右方向に延在する平板状を呈している。被破壊体 20 の母材はエポキシ樹脂である。母材には、カーボンビーズが充填されている。被破壊体 20 全体を 100 体積%として、カーボンビーズは 45 体積%配合されている。被破壊体 20 は、射出成形品の一体物である。被破壊体 20 は、検出対象物 8

0の後面に当接している。被破壊体20は、五つの支持部200a～200eと、四つの被破壊部201a～201dと、を備えている。

[0127] 支持部200a～200eは、各々、角柱状を呈している。支持部200a～200eは、取付対象部材81の前方に配置されている。支持部200a～200eは、所定間隔ずつ離間して、左右方向に並んでいる。荷重が加わっていない状態において、支持部200a～200eは、取付対象部材81の前面に接触していない。

[0128] 被破壊部201a～201dは、各々、平板状を呈している。被破壊部201aは支持部200aと支持部200bとの間に、被破壊部201bは支持部200bと支持部200cとの間に、被破壊部201cは支持部200cと支持部200dとの間に、被破壊部201dは支持部200dと支持部200eとの間に、各々、架設されている。

[0129] 被破壊部201a～201dの後面中央には、各々、ノッチ202a～202dが凹設されている。図21に、図20の枠XXI内の拡大図を示す。ノッチ202bは、被破壊部201bの後面に形成されている。ノッチ202bは、上下方向（短手方向）に延在するV字溝状を呈している。なお、ノッチ202a、202c、202dの形状は、ノッチ202bの形状と同様である。

[0130] （端子3L、3R）

一対の端子3L、3Rは、被破壊体20を支持している。図22に、図20の枠XXII内の拡大図を示す。図23に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図を示す。図22、図23に示すように、端子3Lは、金属製であって、全体としてクランク状に曲がった板状を呈している。端子3Lは、被破壊体20の左端に配置されている。

[0131] 端子3Lは、固定部30Lと、取付部31Lと、連結部32Lと、を備えている。取付部31Lは、平板状を呈している。取付部31Lは、取付対象部材81の前面に当接している。取付部31Lには、取付溝部310Lが形成されている。取付溝部310Lは、左方に開口するU字状を呈している。

取付溝部 310L には、スクリー 810L が挿入されている。スクリー 810L の胴部には、配線 811L の目玉部 811La が環装されている（図 19 参照）。スクリー 810L により、取付部 31L つまり端子 3L は、取付対象部材 81 の前面に固定されている。また、スクリー 810L により、端子 3L と配線 811L とは接続されている。

[0132] 固定部 30L は、埋設部 300L を備えている。埋設部 300L は、左側に尖る T 字板状を呈している。埋設部 300L は、被破壊体 20 の左端に埋設されている。埋設部 300L つまり固定部 30L により、端子 3L は、被破壊体 20 に固定されている。埋設部 300L は、外向面 300La（図 22 に点線で示す。）と内向面 300Lb（図 23 にハッチングで示す。）とを備えている。外向面 300La および内向面 300Lb は、埋設部 300L の T 字頭部に配置されている。外向面 300La は、長手方向外側つまり左側を向いている。内向面 300Lb は、長手方向内側つまり右側を向いている。外向面 300La と内向面 300Lb とは、左右方向に背向している。

[0133] 連結部 32L は、突出部 320L と延在部 321L とを備えている。突出部 320L は、平板状を呈している。突出部 320L は、取付部 31L の右端から前方に突出している。延在部 321L は、右側に尖る T 字板状を呈している。延在部 321L は、突出部 320L および埋設部 300L に連なっている。延在部 321L と埋設部 300L とを合わせると、全体として H 字状を呈している。延在部 321L の、T 字胴部には、括れ部 321La が配置されている。括れ部 321La は、本発明の「小断面積部」の概念に含まれる。

[0134] 括れ部 321La の短手方向断面積（図 23 にハッチングで示す。）は、連結部 32L の他の部分の短手方向断面積よりも、小さい。このため、括れ部 321La の剛性は、連結部 32L の他の部分の剛性よりも、低い。したがって、図 23 に示すように、左右方向を X 方向、前後方向を Y 方向、上下方向を Z 方向とすると、括れ部 321La は、XY 平面内で回転する方向 θ

X Y、Y Z平面内で回転する方向 θ Y Z、Z X平面内で回転する方向 θ Z Xに変形しやすい。

[0135] なお、端子3 Rの構成は、端子3 Lの構成と同様である。端子3 Rの配置は、端子3 Lの配置と左右対称である。すなわち、図19に示すように、スクリュー810 Rにより、端子3 Rは、取付対象部材81に固定されている。また、スクリュー810 Rにより、端子3 Rと配線811 Rとは接続されている。

[0136] 一对の配線811 L、811 Rは、制御装置（図略）に電氣的に接続されている。制御装置の記憶部には、検出しきい値（電気抵抗）が格納されている。

[0137] 端子3 L、3 Rと被破壊体20とは、インサート成形により一体化されている。すなわち、まず、射出成型型のキャビティ内に固定部30 L（埋設部300 L）が部分的に突出した状態で、端子3 L、3 Rを配置し、次に、当該キャビティ内に原料を注入し、被破壊体20を射出成形することにより、端子3 L、3 Rと被破壊体20とは一体化されている。

[0138] [被破壊センサの動き]

次に、本実施形態の被破壊センサ1の動きについて説明する。図24に、本実施形態の被破壊センサの被破壊部の破壊時の左右方向断面図を示す。なお、図24に示す部分は、図21の枠XX I内に対応する部分である。

[0139] 図24に示すように、荷重F1は、前方から検出対象物80に入力される。検出対象物80は、前方から被破壊体20の被破壊部201 bを押圧する。図24に誇張して示すように、押圧された被破壊部201 bは、支持部200 bと支持部200 cとの間で、後方に膨らむように撓む。つまり、被破壊部201 bは、支持部200 b、200 cにより確保されるストロークS1を消費しながら撓む。このため、被破壊部201 bの後面には、左右方向に引張力が作用する。したがって、ノッチ202 bの溝底に荷重が集中する。

[0140] ここで、被破壊体20は、カーボンフィバーを含むエポキシ樹脂製である。

このため、被破壊体 20 は脆い。したがって、荷重により、ノッチ 202b の溝底には、前方に向かってクラック C1 が発生する。クラック C1 が被破壊部 201b の前面まで進展すると、被破壊部 201b が破断する。

[0141] 被破壊体 20 が破断すると、図 20 に示す端子 3L、3R 間の電気抵抗が無限大になる。電気抵抗は、本発明の「電気量」の概念に含まれる。制御装置は、当該電気抵抗が検出しきい値を超える場合、被破壊体 20 が導通状態から絶縁状態に切り替わったと判別する。つまり、検出対象物 80 が変形したと判別する。このようにして、本実施形態の被破壊センサ 1 は、自身が破壊されることにより、検出対象物 80 の変形を検出している。

[0142] また、被破壊体 20 が短絡すると、端子 3L、3R 間の電気抵抗が 0 になる。制御装置は、当該電気抵抗が 0 になった場合、被破壊体 20 が導通状態から短絡状態に切り替わったと判別する。つまり、被破壊センサ 1 が故障したと判別する。

[0143] [被破壊センサ取付時の端子の動き]

次に、本実施形態の被破壊センサ 1 を取付対象部材 81 に取り付ける際の端子 3L の動きについて説明する。図 25 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の変形状態における透過斜視図を示す。なお、図 25 に示す部分は、図 23 に示す部分に対応している。

[0144] 図 23 に示すように、被破壊体 20 の寸法誤差、または取付対象部材 81 の寸法誤差が極めて小さい場合は、被破壊センサ 1 を取付対象部材 81 に取り付ける際、被破壊体 20 に歪みが発生しにくい。

[0145] しかしながら、被破壊体 20 の寸法誤差、または取付対象部材 81 の寸法誤差が大きい場合は、被破壊センサ 1 を取付対象部材 81 に取り付ける際、被破壊体 20 に歪みが発生してしまう。この場合、端子 3L の括れ部 321La が変形することにより、当該歪みを吸収している。

[0146] 例えば、図 25 に示すように、 θ YZ 方向に被破壊体 20 が捻れている場合、括れ部 321La は、被破壊体 20 の変形に追随して、 θ YZ 方向に捻れることができる。このため、被破壊体 20 には歪みが発生しにくい。この

ように、括れ部 321La が、被破壊体 20 に率先して変形することにより、被破壊体 20 に発生する歪みを吸収している。

[0147] [被破壊センサ熱変形時の端子の動き]

次に、本実施形態の被破壊センサ 1 が熱変形する際の端子 3L の動きについて説明する。図 26 (a) に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の基準状態における透過前面図を示す。図 26 (b) に、同端子付近の伸張状態における透過前面図を示す。図 26 (c) に、同端子付近の収縮状態における透過前面図を示す。

[0148] 図 26 (a) に示すように、基準状態（被破壊センサ 1 が取付対象部材 81 に取り付けられた直後の状態）においては、埋設部 300L の外向面 300La および内向面 300Lb は、共に被破壊体 20 に当接している。このため、外向面 300La および内向面 300Lb は、被破壊体 20 と導通している。このように、基準状態においては、外向面 300La および内向面 300Lb により、被破壊体 20 と制御装置とは電氣的に接続されている。

[0149] 図 26 (b) に示すように、環境温度が上昇すると、基準状態に対して、被破壊体 20 は左側（長手方向外側）に向かって伸張する。一方、端子 3L は、スクリュー 810L により、取付対象部材 81 に固定されている。このため、環境温度が上昇すると、基準状態に対して、端子 3L は、右側（長手方向内側）に向かって伸張する。よって、図 26 (b) にハッチングで示すように、外向面 300La と被破壊体 20 との間に隙間 A1 が発生する。このため、外向面 300La と被破壊体 20 との間の導通が遮断される。しかしながら、図 26 (b) に太線で示すように、内向面 300Lb と被破壊体 20 とは当接状態を保っている。このため、内向面 300Lb と被破壊体 20 とは導通している。このように、伸張状態においては、内向面 300Lb により、被破壊体 20 と制御装置とは電氣的に接続されている。

[0150] 図 26 (c) に示すように、環境温度が低下すると、基準状態に対して、被破壊体 20 は右側（長手方向内側）に向かって収縮する。一方、端子 3L は、スクリュー 810L により、取付対象部材 81 に固定されている。この

ため、環境温度が低下すると、基準状態に対して、端子3Lは、左側（長手方向外側）に向かって収縮する。よって、図26（c）にハッチングで示すように、内向面300Lbと被破壊体20との間に隙間A2が発生する。このため、内向面300Lbと被破壊体20との間の導通が遮断される。しかしながら、図26（c）に太線で示すように、外向面300Laと被破壊体20とは当接状態を保っている。このため、外向面300Laと被破壊体20とは導通している。このように、収縮状態においては、外向面300Laにより、被破壊体20と制御装置とは電氣的に接続されている。

[0151] [作用効果]

次に、本実施形態の被破壊センサ1の作用効果について説明する。本実施形態の被破壊センサ1によると、被破壊体20の母材が樹脂である。このため、被破壊体20の形状に対する自由度が高い。したがって、線状は勿論、帯状や面状の被破壊部201a～201dを簡単に作製することができる。ここで、被破壊部201a～201dは面状を呈している。このため、広い面積に亘って検出対象物80の変形を検出することができる。したがって、検出漏れが発生しにくくなる。

[0152] また、図20に示すように、本実施形態の被破壊センサ1は、支持部200a～200eを備えている。このため、図24に示すように、取付対象部材81と被破壊部201a～201dとの間に、被破壊部201a～201dの破壊に必要なストロークS1を確保することができる。また、検出対象物80の変形により括れ部321Laが変形すると、その分被破壊部201a～201dが壊れにくくなるおそれがある。このため、検出精度が低下する。この点、本実施形態の被破壊センサ1によると、支持部200a～200eによりストロークS1が確保されている。このため、括れ部321Laの変形の有無、変形の程度によらず、検出対象物80の変形により被破壊部201a～201dを破壊することができる。したがって、検出精度が向上する。

[0153] また、被破壊部201a～201dは、脆性を有している。このため、被

破壊部 201a～201d の破壊に必要なストローク S1 が短くて済む。したがって、被破壊センサ 1 の前後方向の肉厚を薄くすることができる。また、図 24 に示すように、被破壊部 201a～201d が脆性を有しているため、荷重 F1 により、被破壊部 201a～201d は迅速に破壊される。したがって、実際の変形に対する被破壊センサ 1 の応答遅れが小さくなる。また、被破壊部 201a～201d が脆性を有しているため、検出対象物 80 の、破壊に至る変形は勿論、破壊に至らない変形も検出することができる。

[0154] また、被破壊部 201a～201d の壊れやすさを調整することで、検出感度を自在に調整することができる。例えば、被破壊部 201a～201d を壊れやすくすると、検出対象物 80 の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。被破壊部 201a～201d を壊れにくくすると、検出対象物 80 の変形量が大きい場合に、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が低くなる。

[0155] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、図 20 に示すように、一体物の被破壊体 20 が配置されている。すなわち、支持部 200a～200e と被破壊部 201a～201d とが、射出成形により、一体に作製されている。このため、支持部 200a～200e が被破壊部 201a～201d と別体である場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、支持部 200a～200e と被破壊部 201a～201d との接合が不要な分、被破壊センサ 1 の組付工数が少なくなる。また、被破壊センサ 1 の製造コストを削減することができる。

[0156] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、端子 3L、3R と被破壊体 20 とは、インサート成形により一体化されている。すなわち、被破壊体 20 の成形と同時に、被破壊体 20 と端子 3L、3R との接合が行われる。このため、被破壊センサ 1 の製造工数が少なくて済む。したがって、被破壊センサ 1 の製造コストを削減することができる。

[0157] また、図 20 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、端子 3L、3R が支持部兼用である。このため、端子 3L、3R を支持部として

用いない場合と比較して、部品点数が少なくなる。また、被破壊センサ１の製造コストを削減することができる。

[0158] また、図２０に示すように、被破壊部２０１ａ～２０１ｄには、各々、ノッチ２０２ａ～２０２ｄが形成されている。このため、被破壊部２０１ａ～２０１ｄは破壊されやすい。したがって、検出対象物８０の変形量が小さい場合であっても、変形を検出することができる。すなわち、検出感度が高くなる。また、図２４に示すように、被破壊部２０１ａ～２０１ｄにおける破壊箇所を、ノッチ２０２ａ～２０２ｄ付近に誘導することができる。このため、複数の被破壊センサ１間において、検出感度のばらつきが小さくなる。また、単一の被破壊センサ１の複数の被破壊部２０１ａ～２０１ｄ間において、検出感度のばらつきが小さくなる。

[0159] また、被破壊体２０は、カーボンビーズを含有している。このため、カーボンビーズの形状、大きさ、充填量などにより、被破壊部２０１ａ～２０１ｄの脆性、導電性を調整することができる。

[0160] また、本実施形態の被破壊センサ１によると、導通状態から絶縁状態への変化のみならず、導通状態から短絡状態への変化を検出することができる。このため、被破壊センサ１の自己診断性が高い。

[0161] また、図２４に示すように、本実施形態の被破壊センサ１によると、被破壊部２０１ａ～２０１ｄの後面（荷重Ｆ１が入力される方向と反対方向の面）に作用する引張力を利用して、被破壊部２０１ａ～２０１ｄが破壊される。並びに、被破壊部２０１ａ～２０１ｄのうち、後方から支持部２００ａ～２００ｅにより支持されている部分と、後方から支持部２００ａ～２００ｅにより支持されていない部分と、の間に作用する剪断力を利用して、被破壊部２０１ａ～２０１ｄが破壊される。このため、被破壊部２０１ａ～２０１ｄを迅速に破壊することができる。

[0162] また、図２５に示すように、本実施形態の被破壊センサ１によると、被破壊センサ１を取付対象部材８１に取り付ける際に被破壊体２０に生じる歪みの少なくとも一部を、端子３Ｌの括れ部３２１Ｌａが変形することにより、

吸収することができる。このため、当該歪みに起因する応力により、被破壊体 20 が破壊されるおそれが小さい。

[0163] また、被破壊部材 2 と端子 3 L との熱変形量（熱膨張量、熱収縮量）が異なる場合、あるいは被破壊部材 2 と取付対象部材 8 1 との熱変形量が異なる場合、温度変化に起因して、被破壊部材 2 に歪みが生じるおそれがある。この点、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、当該歪みの少なくとも一部を、端子 3 L の括れ部 3 2 1 L a が変形することにより、吸収することができる。このため、当該歪みに起因する応力により、被破壊部材 2 が破壊されるおそれが小さい。

[0164] また、図 23 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、延在部 3 2 1 L に括れ部 3 2 1 L a が配置されている。このため、突出部 3 2 0 L に括れ部 3 2 1 L a が配置されている場合と比較して、被破壊センサ 1 の前後方向（荷重入力方向）の剛性が低下しにくい。また、突出部 3 2 0 L の剛性が低下しにくいため、図 22 に示すように、支持部 2 0 0 a ~ 2 0 0 e を取付対象部材 8 1 の前面から浮いた状態に保持しやすい。

[0165] また、図 23 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、連結部 3 2 L の他の部分よりも断面積が小さい、括れ部 3 2 1 L a を配置することにより、連結部 3 2 L に剛性が低い低剛性部を導入することができる。また、括れ部 3 2 1 L a の捻れ剛性、曲げ剛性を低下させることができる。

[0166] また、図 20 に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、被破壊センサ 1 を取付対象部材 8 1 に取り付ける取付具と、被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d と制御装置とを電氣的に接続する端子 3 L、3 R と、が共用化されている。このため、被破壊センサ 1 の部品点数が少なくなる。

[0167] また、図 26 (a) ~ 図 26 (c) に示すように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、埋設部 3 0 0 L が外向面 3 0 0 L a と内向面 3 0 0 L b とを有している。このため、被破壊体 2 0 と端子 3 L とが長手方向に相対的に移動する場合であっても、外向面 3 0 0 L a および内向面 3 0 0 L b のうち、少なくとも一方により、被破壊体 2 0 と端子 3 L との間の導通を確保する

ことができる。

[0168] また、埋設部 300L は、被破壊体 20 に埋設されている。このため、外向面 300La の左側（長手方向外側）には、被破壊体 20 の肉部が配置されている。したがって、埋設部 300L が被破壊体 20 から脱落しにくい。このように、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、埋設部 300L のアンカー効果により、端子 3L と被破壊体 20 とが長手方向に分離するのを抑制することができる。

[0169] <第八実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 27 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図を示す。なお、図 23 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0170] 図 27 に示すように、固定部 30L の埋設部 300L は、左側に開口する C 字状を呈している。埋設部 300L は、外向面 300La と内向面 300Lb（図 27 にハッチングで示す。）とを備えている。外向面 300La および内向面 300Lb は、埋設部 300L の C 字底部に配置されている。外向面 300La は、長手方向外側つまり左側を向いている。内向面 300Lb は、長手方向内側つまり右側を向いている。外向面 300La と内向面 300Lb とは、左右方向に背向している。

[0171] 連結部 32L の延在部 321L は、右側に開口する C 字状を呈している。すなわち、延在部 321L には、中抜き部 321Lb が配置されている。中抜き部 321Lb は、本発明の「小断面積部」の概念に含まれる。中抜き部 321Lb の上下方向内側には、連結部を貫通する貫通孔 321Lc が穿設されている。延在部 321L と埋設部 300L とを合わせると、全体として O 字状を呈している。

[0172] 中抜き部 321Lb の短手方向断面積（図 27 にハッチングで示す。）は、連結部 32L の他の部分の短手方向断面積よりも、小さい。このため、中抜き部 321Lb の剛性は、連結部 32L の他の部分の剛性よりも、低い。

したがって、中抜き部 3 2 1 L b は、X Y 平面内で回転する方向 θ X Y、Y Z 平面内で回転する方向 θ Y Z、Z X 平面内で回転する方向 θ Z X に変形しやすい。

[0173] 本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサによると、延在部 3 2 1 L に中抜き部 3 2 1 L b が配置されている。このため、突出部 3 2 0 L に中抜き部 3 2 1 L b が配置されている場合と比較して、被破壊センサ 1 の前後方向（荷重入力方向）の剛性が低下しにくい。また、突出部 3 2 0 L の剛性が低下しにくいため、支持部を取付対象部材 8 1 の前面から浮いた状態に保持しやすい。

[0174] また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、連結部 3 2 L の他の部分よりも断面積が小さい、中抜き部 3 2 1 L b を配置することにより、連結部 3 2 L に剛性が低い低剛性部を導入することができる。また、中抜き部 3 2 1 L b の捻れ剛性、曲げ剛性を低下させることができる。

[0175] <第九実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 2 8 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図を示す。なお、図 2 2 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0176] 図 2 8 に示すように、取付部 3 1 L と突出部 3 2 0 L と延在部 3 2 1 L とは S 字状に連なっている。低剛性部 3 2 2 L a は、取付部 3 1 L と突出部 3 2 0 L との間に、丸面取り状に配置されている。低剛性部 3 2 2 L b は、突出部 3 2 0 L と延在部 3 2 1 L との間に、丸面取り状に配置されている。

[0177] 本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサの低剛性部 3 2 2 L a、3 2 2 L b は、左右方向の剛性が低い。このため、被破壊センサ 1 を取付対象部材 8 1 に取り付ける際に被破壊体 2 0 に生じる左右方向の歪みの少なくとも一部を、低剛性部 3 2 2 L a、3

22Lbが変形することにより（S字の形状が変わることにより）、吸収することができる。このため、当該歪みに起因する応力により、被破壊体20が破壊されるおそれが小さい。

[0178] また、図28に細線で示す取付前状態に対して、取付状態においては、長手方向外側から内側に向かって、一对の端子3Lから被破壊体20に圧縮力が加えられている。このため、温度変化に起因して、端子3Lに対して、被破壊体20が右側（長手方向内側）に移動する場合であっても、当該移動に端子3Lが追随することができる。したがって、被破壊体20と端子3Lとの間の導通を確保することができる。

[0179] <第十実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図29に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図を示す。なお、図22と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0180] 図29に示すように、延在部321Lには、ジグザグ状の屈曲部323Lが配置されている。本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサの屈曲部323Lは、左右方向の剛性が低い。このため、被破壊センサを取付対象部材81に取り付ける際に被破壊体20に生じる左右方向の歪みの少なくとも一部を、屈曲部323Lが変形することにより（左右方向に伸縮することにより）、吸収することができる。したがって、当該歪みに起因する応力により、被破壊体20が破壊されるおそれが小さい。また、本実施形態の被破壊センサのように、取付状態において、支持部200aの後面が取付対象部材81の前面に当接していてもよい。また、固定部30Lが被破壊体20の左端面に接着されていてもよい。すなわち、固定部30Lが埋設部を有しなくてもよい。

[0181] <第十一実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第十実施形態の被破壊センサとの相違点は、

端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 30 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の左右方向断面図を示す。なお、図 29 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0182] 図 30 に示すように、固定部 30L の固定部延在方向に直交する方向の断面積 s_1 と、屈曲部 323L の屈曲部延在方向に直交する方向の断面積 s_2 と、は略一致している。本実施形態の被破壊センサと第十実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサの屈曲部 323L は、左右方向の剛性が低い。このため、断面積 s_1 と断面積 s_2 とが略等しいにもかかわらず、被破壊センサを取付対象部材 81 に取り付ける際に被破壊体 20 に生じる左右方向の歪みの少なくとも一部を、屈曲部 323L が変形することにより（左右方向に伸縮することにより）、吸収することができる。したがって、固定部 30L に歪みが発生しにくい。

[0183] <第十二実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 31 に、本実施形態の被破壊センサの透過前面図を示す。なお、図 19 と対応する部位については、同じ符号で示す。図 31 に示すように、左側の端子 3L の括れ部 321La は、端子 3L の下縁に沿って配置されている。一方、右側の端子 3R の括れ部 321Ra は、端子 3R の上縁に沿って配置されている。すなわち、括れ部 321La と括れ部 321Ra とは、上下方向にずれて配置されている。

[0184] 本実施形態の被破壊センサ 1 と第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサ 1 によると、括れ部 321La と括れ部 321Ra とは、上下方向にずれて配置されている。このため、被破壊センサ 1 を取付対象部材 81 に取り付ける際に被破壊体 20 に生じる左右方向の歪みの少なくとも一部を、括れ部 321La および括れ部 321Ra のうち少なくとも一方が変

形することにより、吸収することができる。したがって、当該歪みに起因する応力により、被破壊体 20 が破壊されるおそれが小さい。

[0185] <第十三実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 32 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図を示す。なお、図 23 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0186] 図 32 に示すように、連結部 32L の短手方向断面積（図 32 にハッチングで示す。）は、固定部 30L、取付部 31L の短手方向断面積よりも、小さい。したがって、図 32 に示すように、連結部 32L は、全体的に、XY 平面内で回転する方向 θ_{XY} 、YZ 平面内で回転する方向 θ_{YZ} 、ZX 平面内で回転する方向 θ_{ZX} に変形しやすい。

[0187] 本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサのように、連結部 32L の全体を低剛性部としてもよい。

[0188] <第十四実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図 33 に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図を示す。なお、図 23 と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0189] 図 33 に示すように、連結部 32L の短手方向断面積（図 33 にハッチングで示す。）は、固定部 30L、取付部 31L の短手方向断面積よりも、小さい。したがって、図 33 に示すように、連結部 32L は、全体的に、XY 平面内で回転する方向 θ_{XY} 、YZ 平面内で回転する方向 θ_{YZ} 、ZX 平面内で回転する方向 θ_{ZX} に変形しやすい。

[0190] 本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサのように、連結部 32L の全体を低剛性部としてもよい。

[0191] <第十五実施形態>

本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとの相違点は、端子の構成だけである。ここでは、相違点についてのみ説明する。図34に、本実施形態の被破壊センサの左側の端子付近の透過斜視図を示す。なお、図23と対応する部位については、同じ符号で示す。

[0192] 図34に示すように、小断面積部324Lの前後方向板厚は、連結部32Lの他の部分の板厚よりも、小さい。このため、小断面積部324Lの短手方向断面積（図34にハッチングで示す。）は、連結部32Lの他の部分の短手方向断面積よりも、小さい。したがって、図34に示すように、小断面積部324Lは、XY平面内で回転する方向 θ_{XY} 、YZ平面内で回転する方向 θ_{YZ} 、ZX平面内で回転する方向 θ_{ZX} に変形しやすい。

[0193] 本実施形態の被破壊センサと第七実施形態の被破壊センサとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有している。また、本実施形態の被破壊センサのように、板厚（肉厚）を小さくすることにより、連結部32Lに小断面積部324Lを配置してもよい。

[0194] <その他>

以上、本発明の被破壊センサの実施の形態について説明した。しかしながら、実施の形態は上記形態に特に限定されるものではない。当業者が行いうる種々の変形的形態、改良的形態で実施することも可能である。

[0195] 上記実施形態においては、前後方向を本発明の「荷重伝達方向」に、左右方向を本発明の「直交方向」に、それぞれ対応させた。しかしながら、これらの対応関係は特に限定しない。上下方向、左右方向を本発明の「荷重伝達方向」に対応させてもよい。また、上下方向、前後方向を本発明の「直交方向」に対応させてもよい。

[0196] 検出対象物80、取付対象部材81の材質は特に限定しない。例えば、絶縁性を有する樹脂、金属などであってもよい。検出対象物80、取付対象部材81が導電性を有する場合、これらの部材と、被破壊センサ1（被破壊体20）と、の間に絶縁性を有する絶縁層（第六実施形態のカバー部材22に

対応)を介装する方がよい。こうすると、被破壊体、被破壊部、端子と、検出対象物80、取付対象部材81と、が導通するのを抑制することができる。絶縁層、カバー部材22の材質は特に限定しない。ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリアセタール、アクリル樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などを用いることができる。

[0197] ノッチ202a~202dの形状、配置、配置数は特に限定しない。図35(a)~図35(c)に、被破壊センサのノッチ付近の断面図を示す。なお、図3と対応する部位については、同じ符号で示す。図35(a)に示すように、被破壊部207の一面に、底面が平面状のノッチ207aを配置してもよい。また、図35(b)に示すように、被破壊部207の一面に、断面U字状のノッチ207bを配置してもよい。また、図35(c)に示すように、被破壊部207の一面に、断面V字状のノッチ207cを一对配置してもよい。また、被破壊部207の他面に、断面V字状のノッチ207dを配置してもよい。また、厚さ方向から見て、ノッチ207dとノッチ207cとをずらして配置してもよい。

[0198] また、ノッチ形成以外の方法で、被破壊部に、脆弱部、荷重集中部を設定してもよい。例えば、被破壊部に貫通孔を穿設してもよい。また、被破壊部の荷重伝達方向の肉厚を、部分的に小さくしてもよい。

[0199] 図36に、その他の被破壊センサ(その1)の左右方向断面図を示す。なお、図2と対応する部位については、同じ符号で示す。図36に示すように、検出対象物80に被破壊センサ1を取り付けてもよい。この場合、検出対象物80が取付対象部材(取付部材)を兼ねることになる。また、検出対象物80が導電性を有する場合(例えば金属製の場合)検出対象物80と被破壊センサ1との間に、絶縁性を有する樹脂製の絶縁シート800を介装させてもよい。なお、絶縁シート800は、検出対象物80と、スクリュー810L、810Rと、の間にまで介在させた方がよい。また、被破壊センサ1の破壊を誘起する押圧部材82を、検出対象物80に対向して配置してもよ

い。

[0200] 図37に、その他の被破壊センサ（その2）の左右方向断面図を示す。なお、図2と対応する部位については、同じ符号で示す。図37に示すように、荷重が入力される前の状態において、支持部200a~200eの後面と、取付対象部材81の前面と、が離間していてもよい。すなわち、被破壊体20全体が、端子21L、21Rにより、取付対象部材81の前面に対して前方（荷重入力方向）に浮いた状態で、取付対象部材81に取り付けられていてもよい。また、荷重が入力される前の状態において、検出対象物80の後面と、被破壊体20の前面と、が離間していてもよい。こうすると、荷重が入力される前の状態において、接触界面を介して、音や振動などが伝達されるのを抑制することができる。

[0201] 上記実施形態においては、被破壊センサ1により、検出対象物80の変形の有無を検出した。しかしながら、検出対象物80の変位（検出対象物80の変形を伴わない変位を含む。）の有無を検出してもよい。また、検出対象物80と取付対象部材81との間の相対的な位置関係の変化を検出してもよい。また、図6、図24に示すように、検出対象物80の変形の原因が、検出対象物80に入力される荷重F1の場合は、検出対象物80の変形を介して、検出対象物80に入力される荷重F1の有無を検出してもよい。

[0202] 上記実施形態においては、図7、図24に示すように、被破壊部材2が部分的に破壊される場合を説明した。しかしながら、検出対象物80と取付対象部材81との間で被破壊部材2が全体的に圧壊するような場合であっても、被破壊センサ1は、検出対象物80と取付対象部材81との間の相対的な位置関係の変化を検出することができる。

[0203] 上記実施形態においては、図5に示す回路90を制御装置に配置したが、被破壊センサ1に配置してもよい。また、回路90のうち、電源900を制御装置に、第一抵抗体901、第二抵抗体902を被破壊センサ1に、分離して配置してもよい。

[0204] 被破壊体20の形状、大きさなどは特に限定しない。上記第三実施形態に

おいては、図 1 1、図 1 2 に示すように、被破壊体 2 0 をジグザグ板状としたが、平板状、矩形波板状、正弦波板状などとしてもよい。

[0205] 被破壊部の形状、大きさなどは特に限定しない。被破壊部の壊れやすさは、ノッチの形状、配置場所、配置数、隣り合う支持部間の間隔、被破壊部の形状などを適宜変更することにより、調整することができる。

[0206] 第六実施形態においては、二つの被破壊部 2 0 1 b、2 0 1 c に対応して、二つのカバー部材側突出部 2 2 1 b、2 2 1 c を配置した。しかしながら、カバー部材側突出部 2 2 1 b、2 2 1 c の配置数は特に限定しない。例えば、全ての被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d に対応するように、合計四つのカバー部材側突出部 2 2 1 b、2 2 1 c を配置してもよい。また、単一の被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d に対応するように、単一のカバー部材側突出部 2 2 1 b、2 2 1 c を配置してもよい。同様に、突起 2 2 3 b、2 2 3 c の配置数も特に限定しない。

[0207] 被破壊部の母材用の熱可塑性樹脂としては、例えば、PE、ポリプロピレン (PP)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリスチレン (PS)、ポリビニルアセテート (PVAc)、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS) 樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド (PA)、ポリアセタール (POM)、ポリカーボネート (PC)、ポリフェニレンオキシド (PPO)、PET、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、非晶質フッ素樹脂、非晶質ポリエステル樹脂、フェノキシ樹脂などが挙げられる。

[0208] また、被破壊部の母材用の熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、アルキド樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン、ポリイミド樹脂などが挙げられる。

[0209] 導電性フィラーは、導電性を有するものであれば特に限定しない。例えば、炭素材料、金属などの微粒子が挙げられる。これらのうち、一種を単独で、あるいは二種以上を併せて用いることができる。被破壊体 2 0、被破壊部 2 0 1 a ~ 2 0 1 d、2 0 5 a ~ 2 0 5 u、2 0 6、2 0 7 の破断伸びをよ

り小さくするという観点から、導電性フィラーとして、真球あるいは極めて真球に近い形状（略真球状）の粒子を採用するとよい。

[0210] また、導電性フィラーの充填率は、被破壊体 20、被破壊部 201a～201d、205a～205u、206、207の体積を100体積%とした場合の30体積%以上であることが望ましい。30体積%未満の場合には、導電性フィラーの導電パスが形成されにくく、所望の導電性が発現しにくい。35体積%以上であるとより好適である。反対に、導電性フィラーの充填率は、被破壊体 20、被破壊部 201a～201d、205a～205u、206、207の体積を100体積%とした場合の65体積%以下であることが望ましい。65体積%を超えると、母材への混合が困難となり、成形加工性が低下する。

[0211] 母材中、導電性フィラーは、できるだけ凝集せず一次粒子の状態で存在することが望ましい。よって、導電性フィラーを選択する際には、平均粒子径や母材との相溶性などを考慮するとよい。例えば、一次粒子の状態で存在する導電性フィラーの平均粒子径は、0.05 μm 以上100 μm 以下であることが望ましい。0.05 μm 未満の場合には、凝集して二次粒子を形成しやすい。0.5 μm 以上、さらには1 μm 以上であると好適である。反対に、平均粒子径が100 μm を超えると、被破壊体 20、被破壊部 201a～201d、205a～205u、206、207の肉厚を小さくしにくくなる。60 μm 以下、さらには30 μm 以下であると好適である。

[0212] 導電性フィラーとしては、銀、金、銅、ニッケル、ロジウム、パラジウム、クロム、チタン、白金、鉄、アルミ、およびこれらの合金、カーボン等から適宜選択すればよい。とりわけ、カーボンビーズが好適である。カーボンビーズは、導電性が良好で、比較的安価である。また、略真球状を呈しているため、高充填率で配合することができる。

[0213] また、導電性フィラーの他に、絶縁性フィラーを母材に添加してもよい。この際、破断伸びを小さくするという観点から、補強効果の小さい真球状の粒子を採用するとよい。絶縁性フィラーとしては、金属酸化物、セラミック

スの中から選択することができる。また、割れ荷重（被破壊部201a～201d、205a～205u、206、207が破壊される荷重）を制御するために、絶縁性フィラーとしてガラス繊維を添加してもよい。

[0214] 被破壊体20、被破壊部201a～201d、205a～205u、206、207は、例えば、次のようにして製造することができる。母材に熱可塑性樹脂を選択した場合には、加熱溶融した熱可塑性樹脂に、導電性フィラー、必要に応じて添加剤を加えて混合した後、プレス成形、射出成形などを行う。また、母材に熱硬化性樹脂を選択した場合には、硬化前樹脂に、硬化剤、必要に応じて添加剤を加えて混合した後、プレス成形などにより硬化させる。

[0215] 括れ部321La、321Ra、中抜き部321Lb、低剛性部322La、322Lb、屈曲部323L、小断面積部324L（以下、まとめて「低剛性部」と称す。）は、端子3L、3Rのうち、少なくとも一方に配置されていればよい。また、端子3L、3Rの機能を有しない取付具を配置してもよい。そして、当該取付具に、低剛性部を配置してもよい。

[0216] 上記実施形態においては、被破壊体20の電気抵抗の変化から被破壊部201a～201dの破壊を検出したが、電圧、電流など他の電気量から被破壊部201a～201dの破壊を検出してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 脆性を有する被破壊部を有する被破壊部材を備え、
 該被破壊部の破壊を基に、検出対象物の変形を検出する被破壊センサ。
- [請求項2] 前記被破壊部は、取付部材に対向して配置され、母材が樹脂であって脆性および導電性を併有し、
 前記被破壊部材は、該被破壊部と該取付部材との間に介装され、該取付部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する複数の支持部を有し、
 該被破壊部の破壊前後において電気抵抗が変化することを基に、前記検出対象物の変形を検出する請求項1に記載の被破壊センサ。
- [請求項3] 前記被破壊部材は、複数の前記支持部のうち少なくとも一つと、前記被破壊部と、を有する一体物の被破壊体を備える請求項2に記載の被破壊センサ。
- [請求項4] 複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、前記被破壊部の前記電気抵抗に関する電気量を出力する端子である請求項2または請求項3に記載の被破壊センサ。
- [請求項5] 前記被破壊部に荷重が伝達される方向を荷重伝達方向、該荷重伝達方向に直交する方向を直交方向として、
 前記被破壊部材は、波長方向が該直交方向、振幅方向が該荷重伝達方向である波板状を呈し、
 複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、該被破壊部材の振幅の頂部に配置される請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項6] 前記被破壊部は、自身の破壊を誘起するノッチを有する請求項2ないし請求項5のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項7] 前記被破壊部は、前記母材中に充填される導電性フィラーを有する請求項2ないし請求項6のいずれかに記載の被破壊センサ。

- [請求項8] 前記被破壊部の破断伸びは、5 %以下である請求項2ないし請求項7のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項9] 前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、
該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の中間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する請求項2ないし請求項8のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項10] 一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、
一対の前記カバー部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、
一対の前記カバー部材側連結部を介して、前記カバー部材側突出部から一対の該カバー部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、
一対の該カバー部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する請求項9に記載の被破壊センサ。
- [請求項11] 前記カバー部材は、前記カバー部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有する請求項9または請求項10に記載の被破壊センサ。
- [請求項12] 前記カバー部材は、絶縁性を有する請求項9ないし請求項11のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項13] 前記被破壊部材に固定される固定部と、取付対象部材に取り付けられる取付部と、該固定部と該取付部とを連結する連結部と、を有する複数の取付具を備え、
複数の該取付具のうち、少なくとも一つの該取付具の該連結部は、前記被破壊部よりも剛性が低い低剛性部を有する請求項1に記載の被破壊センサ。

- [請求項14] 前記被破壊部材は、前記被破壊部から前記取付対象部材側に突設され、該取付対象部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する支持部を有する請求項13に記載の被破壊センサ。
- [請求項15] 前記連結部は、前記取付部から荷重入力側に突出する突出部と、該突出部に対して交差する方向に延在する延在部と、を有し、
該延在部は、前記低剛性部を有する請求項13または請求項14に記載の被破壊センサ。
- [請求項16] 前記低剛性部は、前記延在部の突出部側端部と固定部側端部とを結ぶ直線に対して、屈曲している屈曲部である請求項15に記載の被破壊センサ。
- [請求項17] 前記低剛性部は、前記連結部の延在方向に対して直交する方向の断面積が、該連結部の他の部分よりも、小さい小断面積部である請求項13ないし請求項16のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項18] 前記被破壊部は導電性を有し、複数の前記取付具のうち、一对の該取付具は、該被破壊部の破壊に関する電気量を出力する一对の端子である請求項13ないし請求項17のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項19] 一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、
該端子の前記固定部は、該被破壊部材に埋設され、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向外向きの外向面と、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向内向きの内向面と、を有する埋設部を有する請求項18に記載の被破壊センサ。
- [請求項20] 一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、
一对の該端子は、該被破壊部材に長手方向両側から圧縮荷重を加えた状態で、前記取付対象部材に取り付けられる請求項18または請求項19に記載の被破壊センサ。
- [請求項21] 前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、
該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に

所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の中間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する請求項 14 ないし請求項 20 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項22] 一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、一対の前記カバー部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、

一対の前記カバー部材側連結部を介して、前記カバー部材側突出部から一対の該カバー部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、一対の該カバー部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する請求項 21 に記載の被破壊センサ。

[請求項23] 前記カバー部材は、前記カバー部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有する請求項 21 または請求項 22 に記載の被破壊センサ。

[請求項24] 前記カバー部材は、絶縁性を有する請求項 21 ないし請求項 23 のいずれかに記載の被破壊センサ。

補正された請求の範囲
[2012年9月21日(21.09.2012) 国際事務局受理]

- [請求項 1] 脆性を有する被破壊部を有する被破壊部材を備え、
 該被破壊部の破壊を基に、検出対象物の変形を検出する被破壊センサ。
- [請求項 2] 前記被破壊部は、取付部材に対向して配置され、母材が樹脂であって脆性および導電性を併有し、
 前記被破壊部材は、該被破壊部と該取付部材との間に介装され、該取付部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する複数の支持部を有し、
 該被破壊部の破壊前後において電気抵抗が変化することを基に、前記検出対象物の変形を検出する請求項 1 に記載の被破壊センサ。
- [請求項 3] 前記被破壊部材は、複数の前記支持部のうち少なくとも一つと、前記被破壊部と、を有する一体物の被破壊体を備える請求項 2 に記載の被破壊センサ。
- [請求項 4] 複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、前記被破壊部の前記電気抵抗に関する電気量を出力する端子である請求項 2 または請求項 3 に記載の被破壊センサ。
- [請求項 5] (補正後) 前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、
 該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載の被破壊センサ。
- [請求項 6] (補正後) 一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、

一対の前記カバ一部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、

一対の前記カバ一部材側連結部を介して、前記カバ一部材側突出部から一対の該カバ一部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、一対の該カバ一部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する請求項 5 に記載の被破壊センサ。

[請求項 7] (補正後) 前記カバ一部材は、前記カバ一部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有する請求項 5 または請求項 6 に記載の被破壊センサ。

[請求項 8] (補正後) 前記カバ一部材は、絶縁性を有する請求項 5 ないし請求項 7 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 9] (補正後) 前記被破壊部に荷重が伝達される方向を荷重伝達方向、該荷重伝達方向に直交する方向を直交方向として、

前記被破壊部材は、波長方向が該直交方向、振幅方向が該荷重伝達方向である波板状を呈し、

複数の前記支持部のうち少なくとも一つは、該被破壊部材の振幅の頂部に配置される請求項 2 ないし請求項 8 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 10] (補正後) 前記被破壊部は、自身の破壊を誘起するノッチを有する請求項 2 ないし請求項 9 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 11] (補正後) 前記被破壊部は、前記母材中に充填される導電性フィラーを有する請求項 2 ないし請求項 10 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 12] (補正後) 前記被破壊部の破断伸びは、5%以下である請求項 2 ないし請求項 11 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 13] 前記被破壊部材に固定される固定部と、取付対象部材に取り付けられる取付部と、該固定部と該取付部とを連結する連結部と、を有する複数の取付具を備え、

複数の該取付具のうち、少なくとも一つの該取付具の該連結部は、前記被破壊部よりも剛性が低い低剛性部を有する請求項 1 に記載の被破壊センサ。

[請求項 14] 前記被破壊部材は、前記被破壊部から前記取付対象部材側に突設され、該取付対象部材との間に該被破壊部が破壊される際のストロークを確保する支持部を有する請求項 13 に記載の被破壊センサ。

[請求項 15] 前記連結部は、前記取付部から荷重入力側に突出する突出部と、該突出部に対して交差する方向に延在する延在部と、を有し、
該延在部は、前記低剛性部を有する請求項 13 または請求項 14 に記載の被破壊センサ。

[請求項 16] 前記低剛性部は、前記延在部の突出部側端部と固定部側端部とを結ぶ直線に対して、屈曲している屈曲部である請求項 15 に記載の被破壊センサ。

[請求項 17] 前記低剛性部は、前記連結部の延在方向に対して直交する方向の断面積が、該連結部の他の部分よりも、小さい小断面積部である請求項 13 ないし請求項 16 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 18] 前記被破壊部は導電性を有し、複数の前記取付具のうち、一对の該取付具は、該被破壊部の破壊に関する電気量を出力する一对の端子である請求項 13 ないし請求項 17 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 19] 一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、
該端子の前記固定部は、該被破壊部材に埋設され、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向外向きの外向面と、該長手方向に対して交差する方向に延在し該長手方向内向きの内向面と、を有する埋設部を有する請求項 18 に記載の被破壊センサ。

[請求項 20] 一对の前記端子は、前記被破壊部材の長手方向両端部に配置され、
一对の該端子は、該被破壊部材に長手方向両側から圧縮荷重を加えた状態で、前記取付対象部材に取り付けられる請求項 18 または請求項 19 に記載の被破壊センサ。

[請求項 21] 前記被破壊部材は、前記被破壊部の表側に配置されるカバー部材を備え、

該カバー部材は、該被破壊部に取り付けられ該被破壊部の面方向に所定間隔だけ離間して配置される一対のカバー部材側取付部と、一対の該カバー部材側取付部の中間に配置され該被破壊部の表面との間に隙間を区画し荷重が入力されるカバー部材側突出部と、一対の該カバー部材側取付部と該カバー部材側突出部とを連結する一対のカバー部材側連結部と、を有する請求項 14 ないし請求項 20 のいずれかに記載の被破壊センサ。

[請求項 22] 一対の前記支持部は、前記被破壊部の前記面方向両側に配置され、
一対の前記カバー部材側取付部は、一対の該支持部の該面方向内側に配置され、

一対の前記カバー部材側連結部を介して、前記カバー部材側突出部から一対の該カバー部材側取付部に、荷重が伝達されることにより、一対の該カバー部材側取付部は、一対の該支持部を該面方向外側に押圧する請求項 21 に記載の被破壊センサ。

[請求項 23] 前記カバー部材は、前記カバー部材側突出部の裏面から裏側に突出する突起を有する請求項 21 または請求項 22 に記載の被破壊センサ。

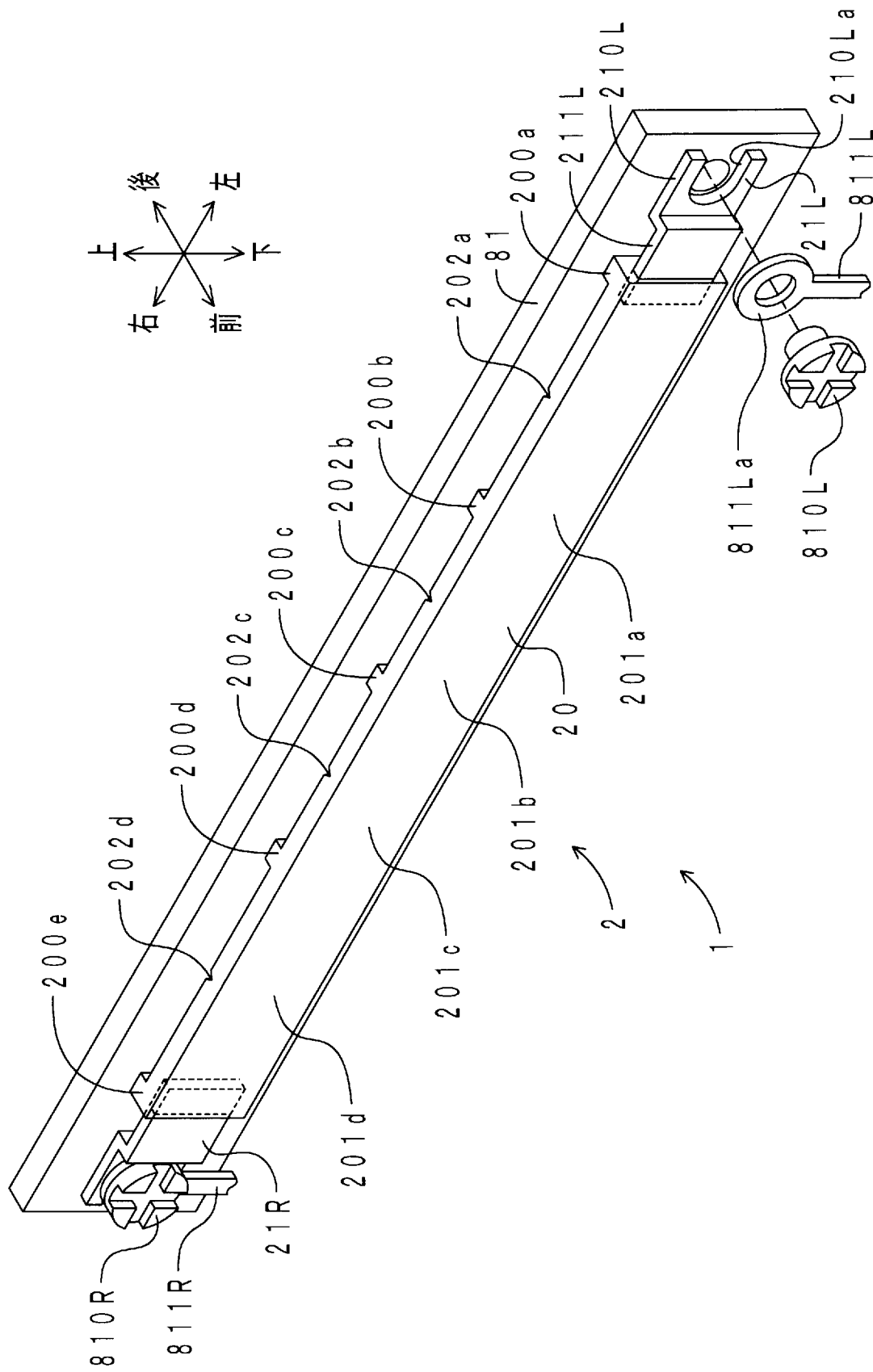
[請求項 24] 前記カバー部材は、絶縁性を有する請求項 21 ないし請求項 23 のいずれかに記載の被破壊センサ。

条約第19条（1）に基づく説明書

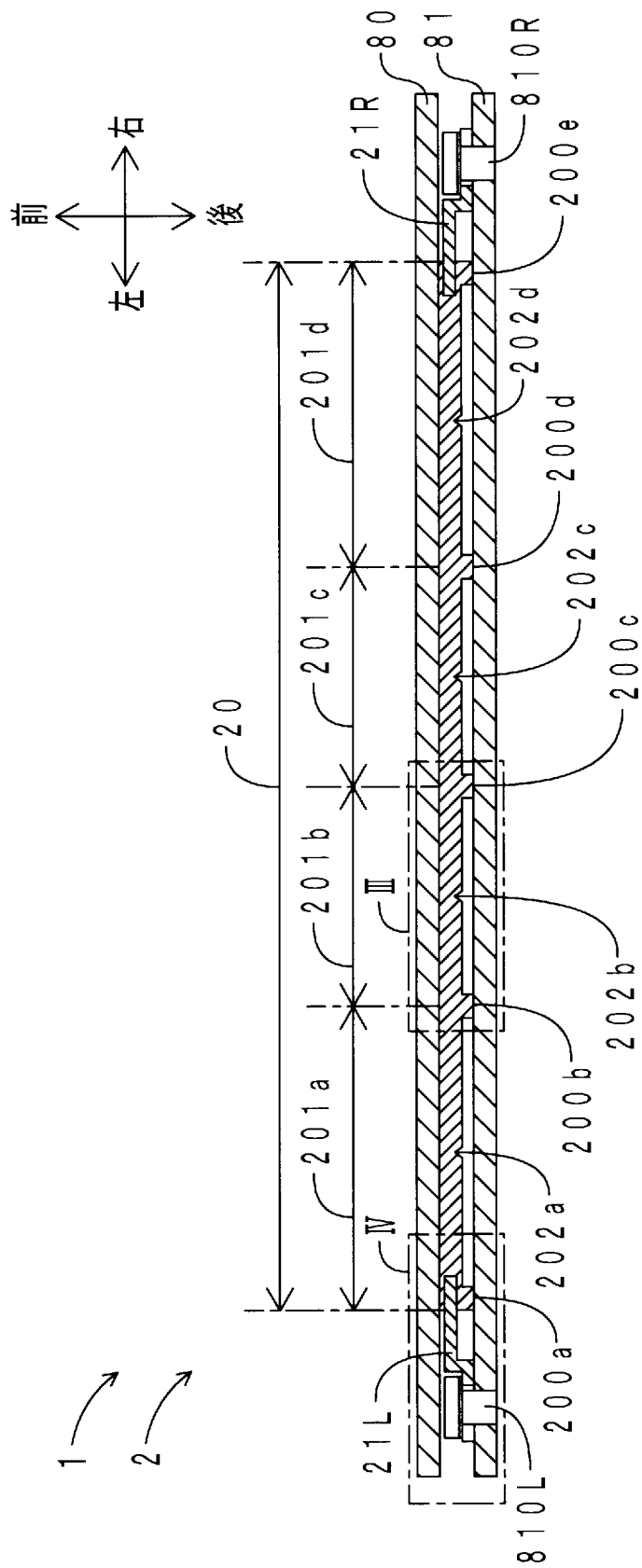
請求の範囲の補正前の第5項を第9項に、第6項を第10項に、第7項を第11項に、第8項を第12項に、それぞれ移動した。

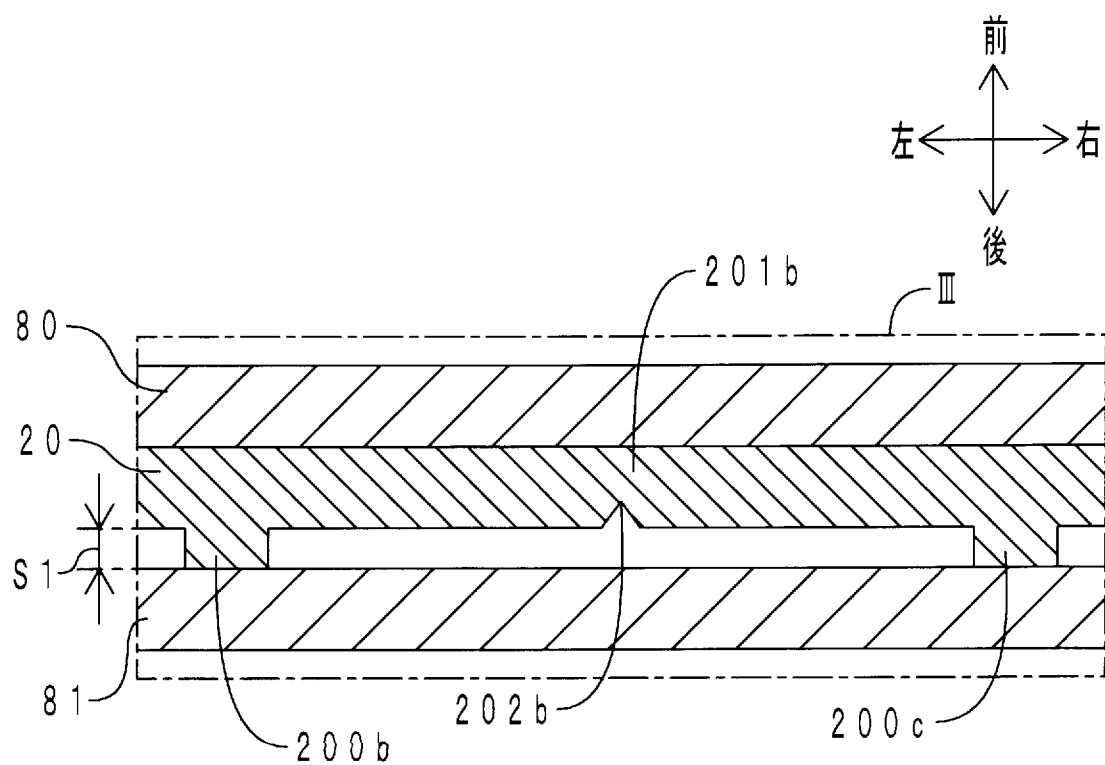
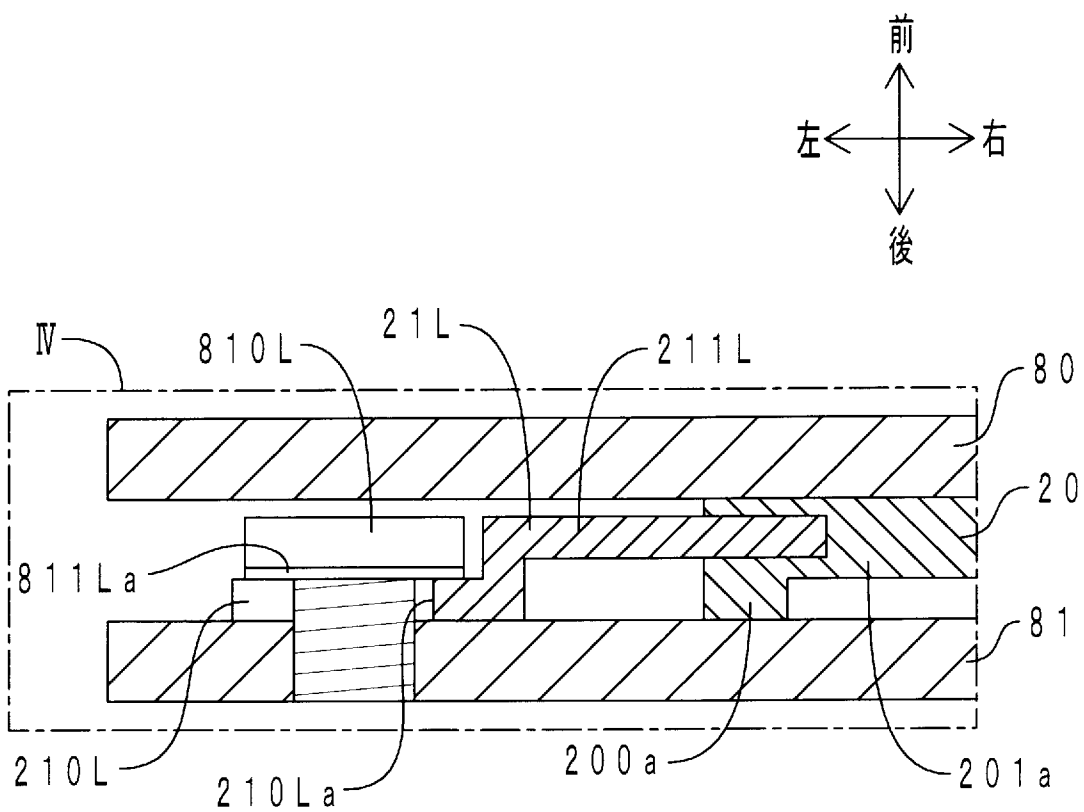
これに合わせて、請求の範囲の補正前の第9項を第5項に、第10項を第6項に、第11項を第7項に、第12項を第8項に、それぞれ移動した。

[図1]



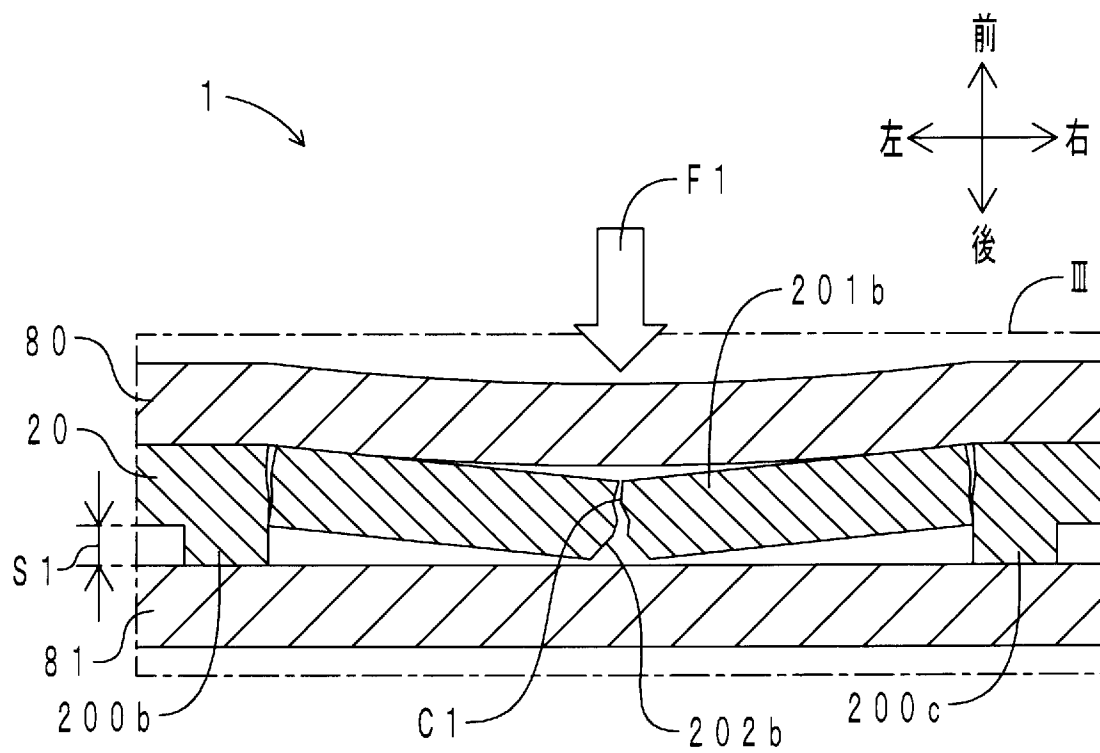
[図2]



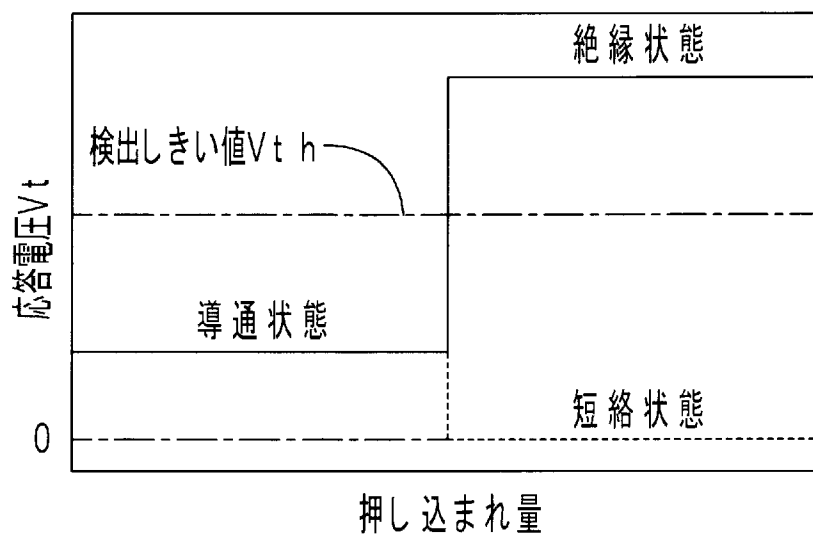


A circuit diagram of a Wheatstone bridge, labeled 900. The bridge consists of four resistors: 901 (top), 902 (left), 20 (right, variable), and an unlabeled bottom resistor. A DC voltage source is connected across the bridge. The output terminals are labeled P1 (top) and P2 (bottom). The bridge is powered by a voltage source 900. The resistors are labeled 901, 902, and 20. The output terminals are labeled P1 and P2.

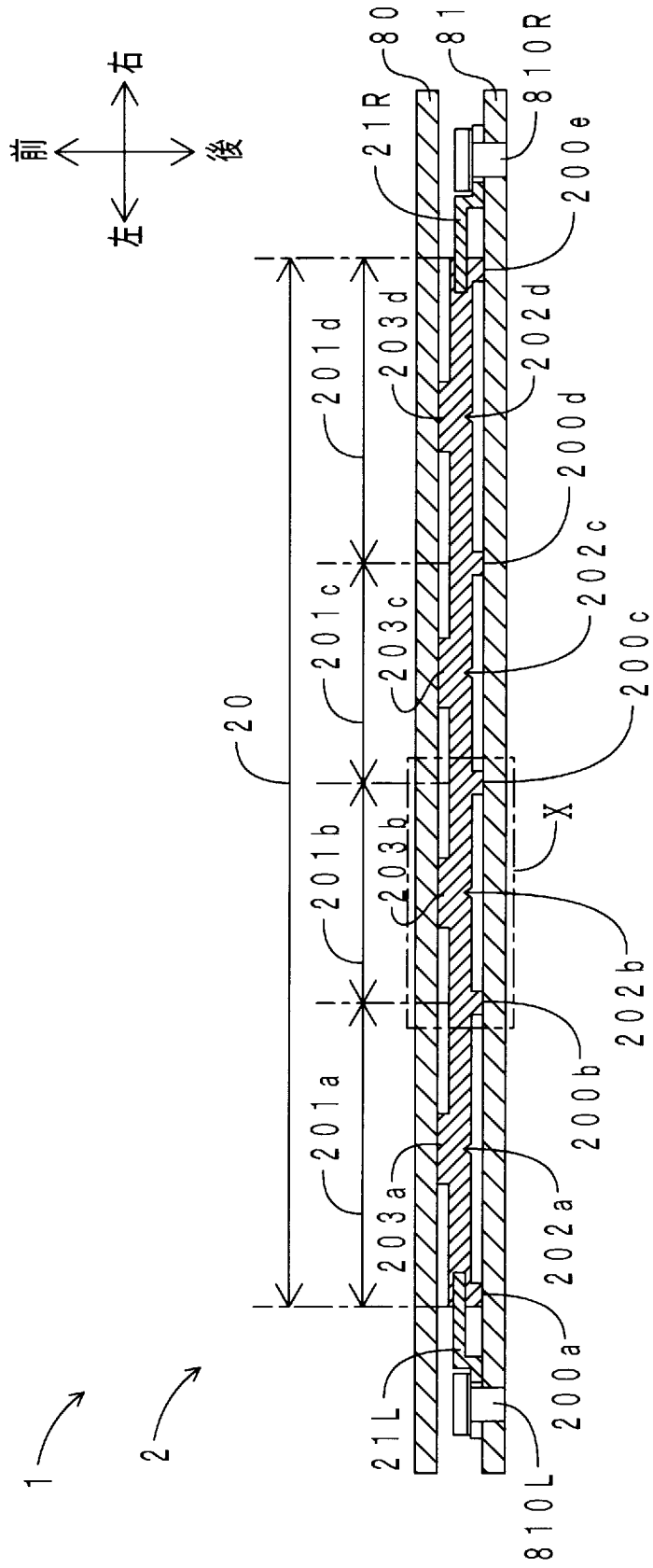
[図7]



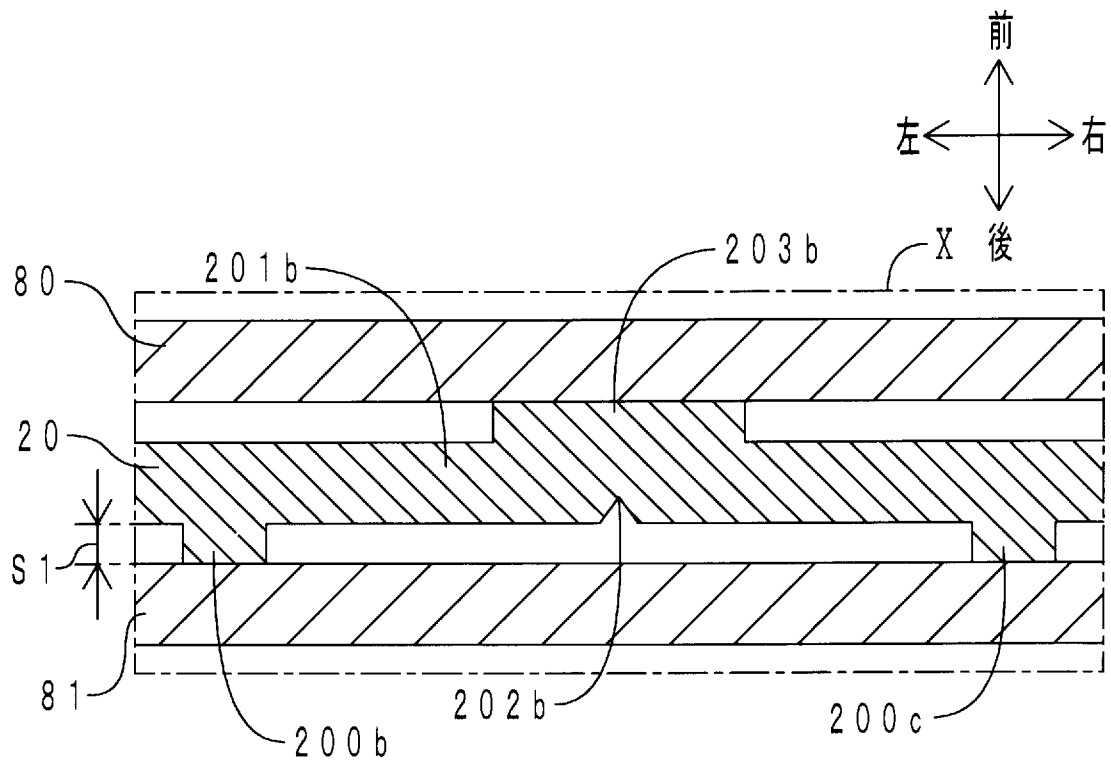
[図8]



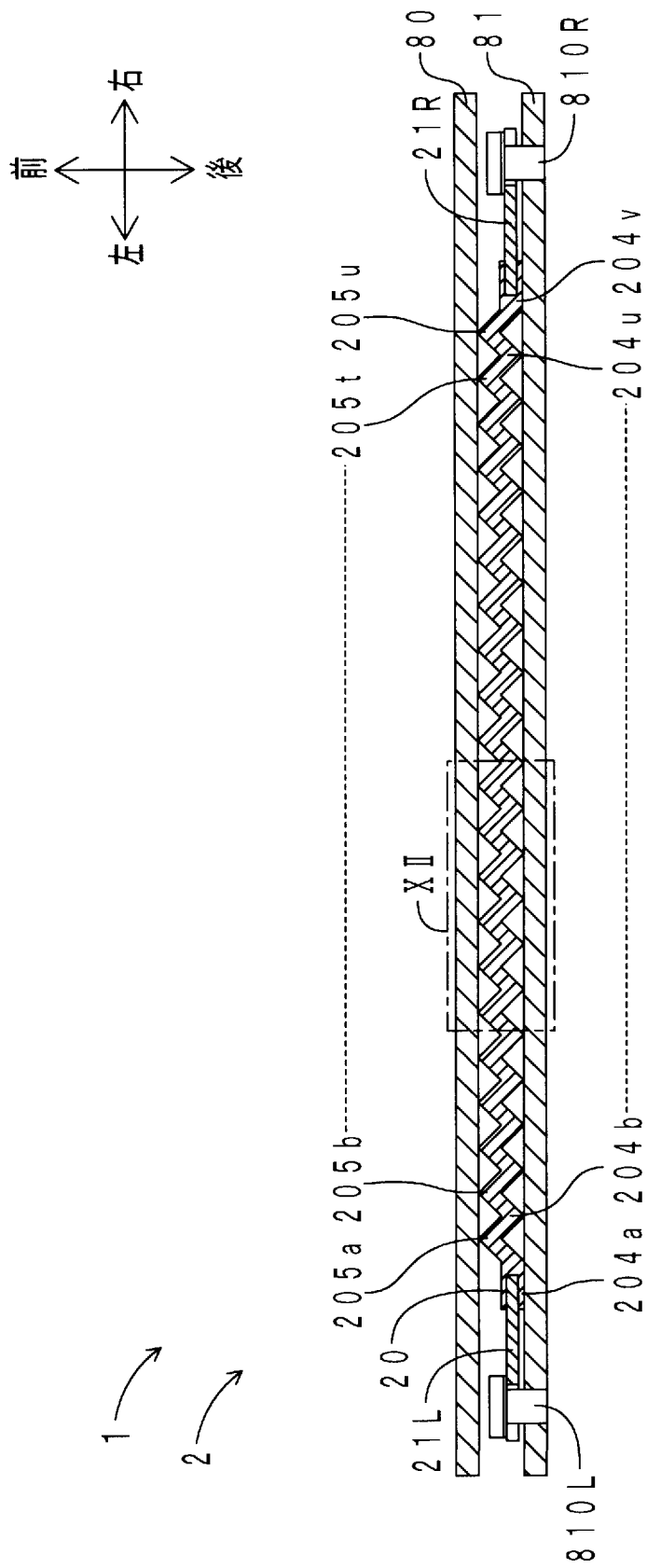
[図9]



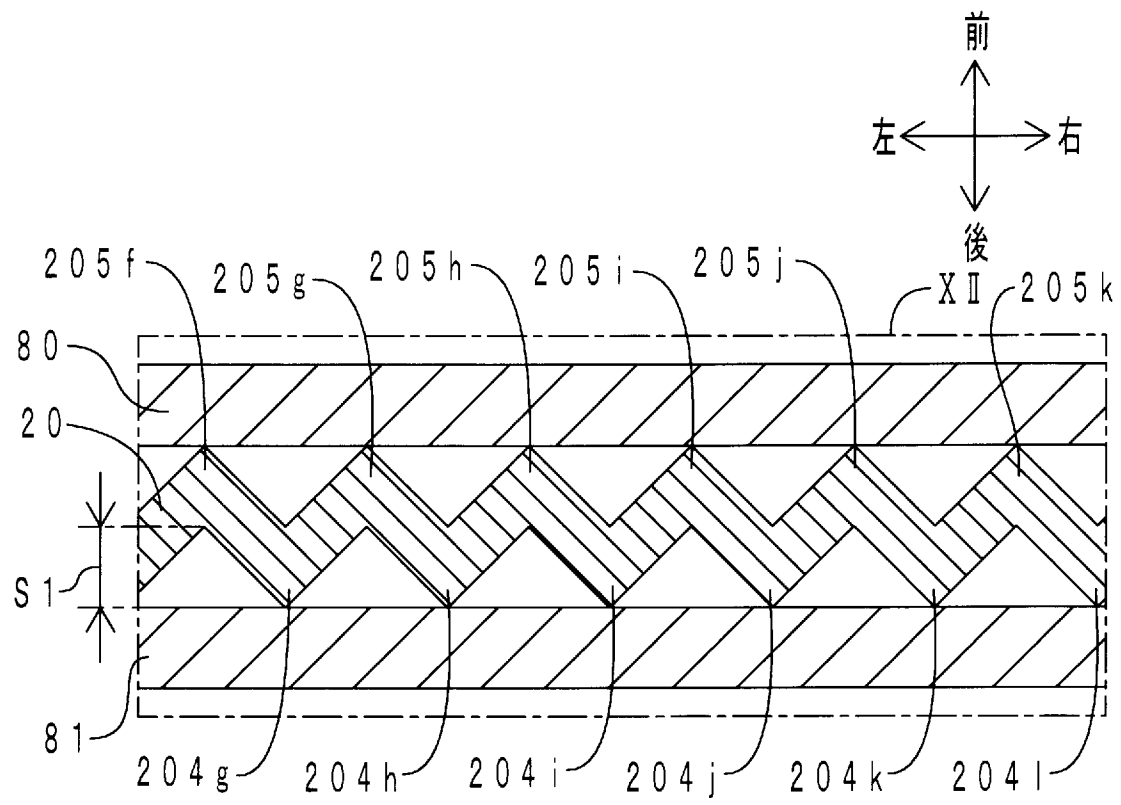
[図10]



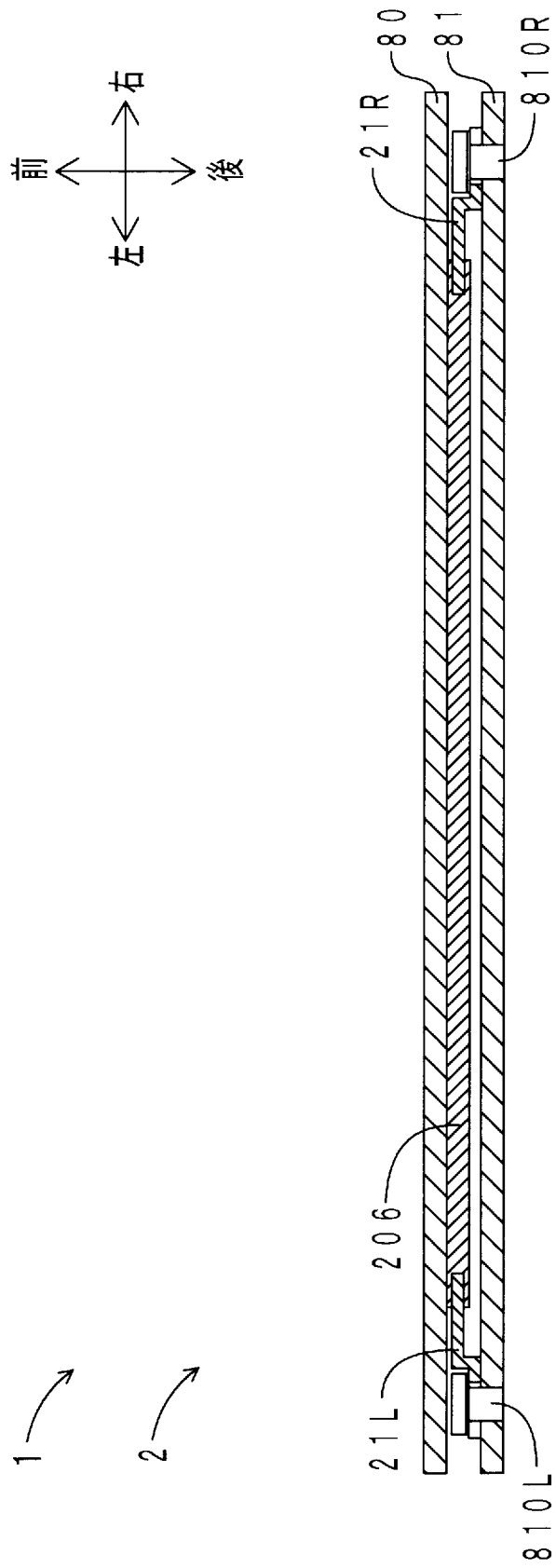
[図11]



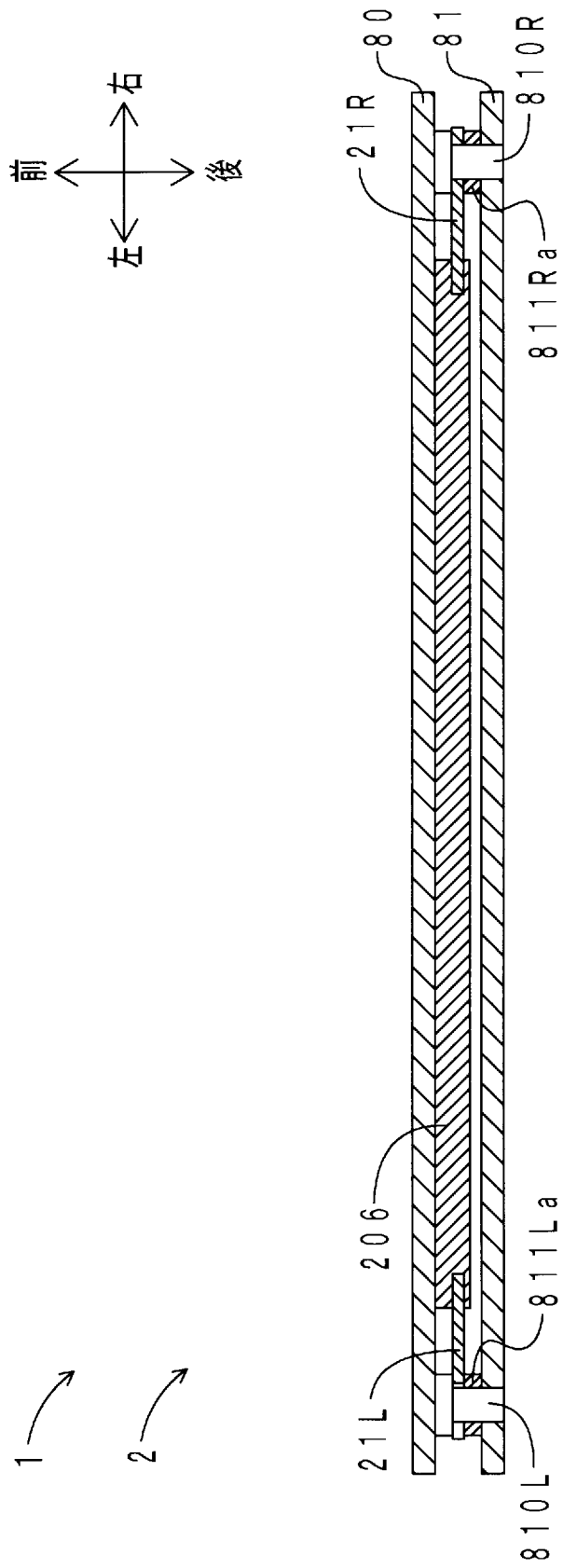
[図12]



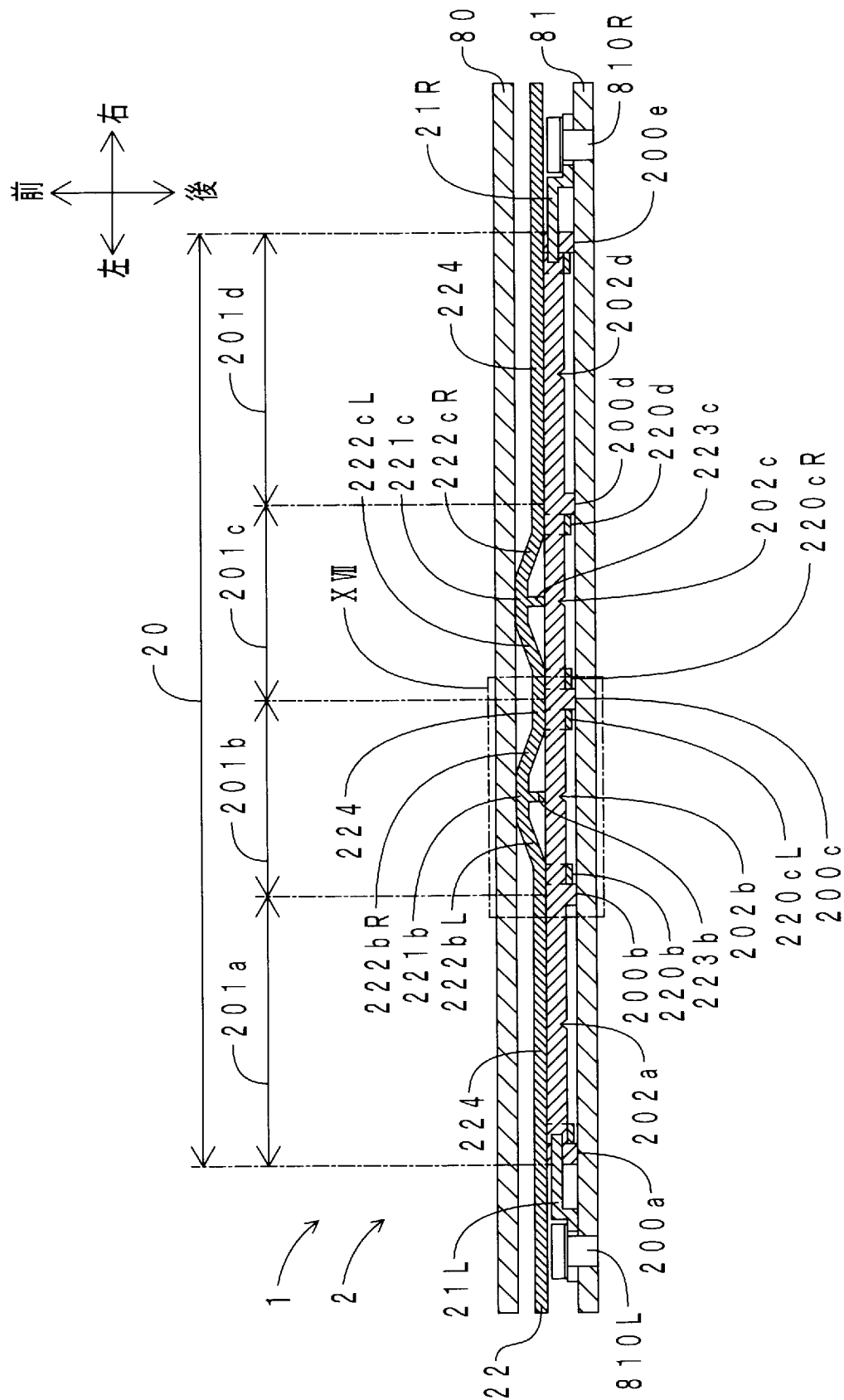
[図13]



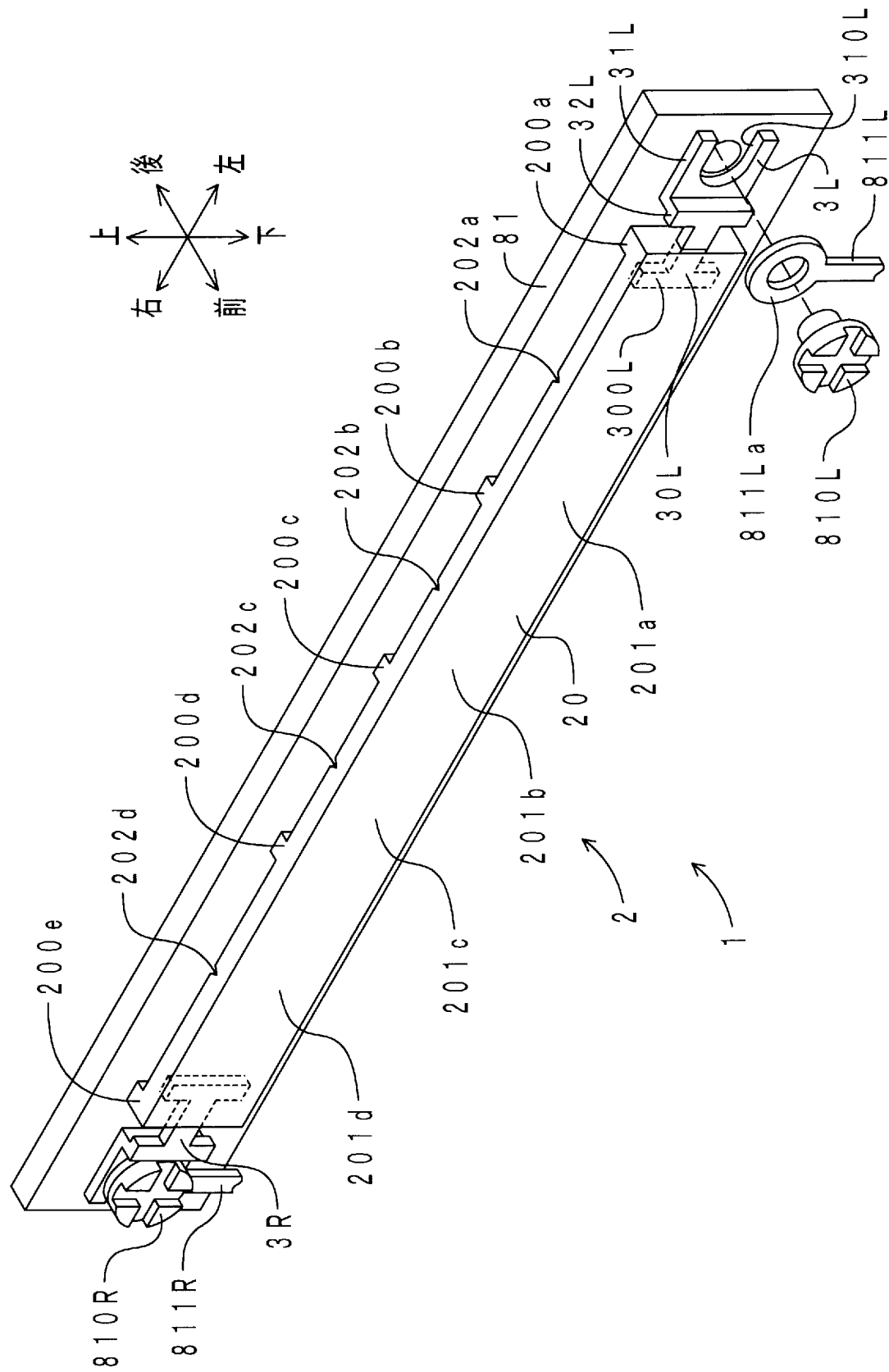
[図14]



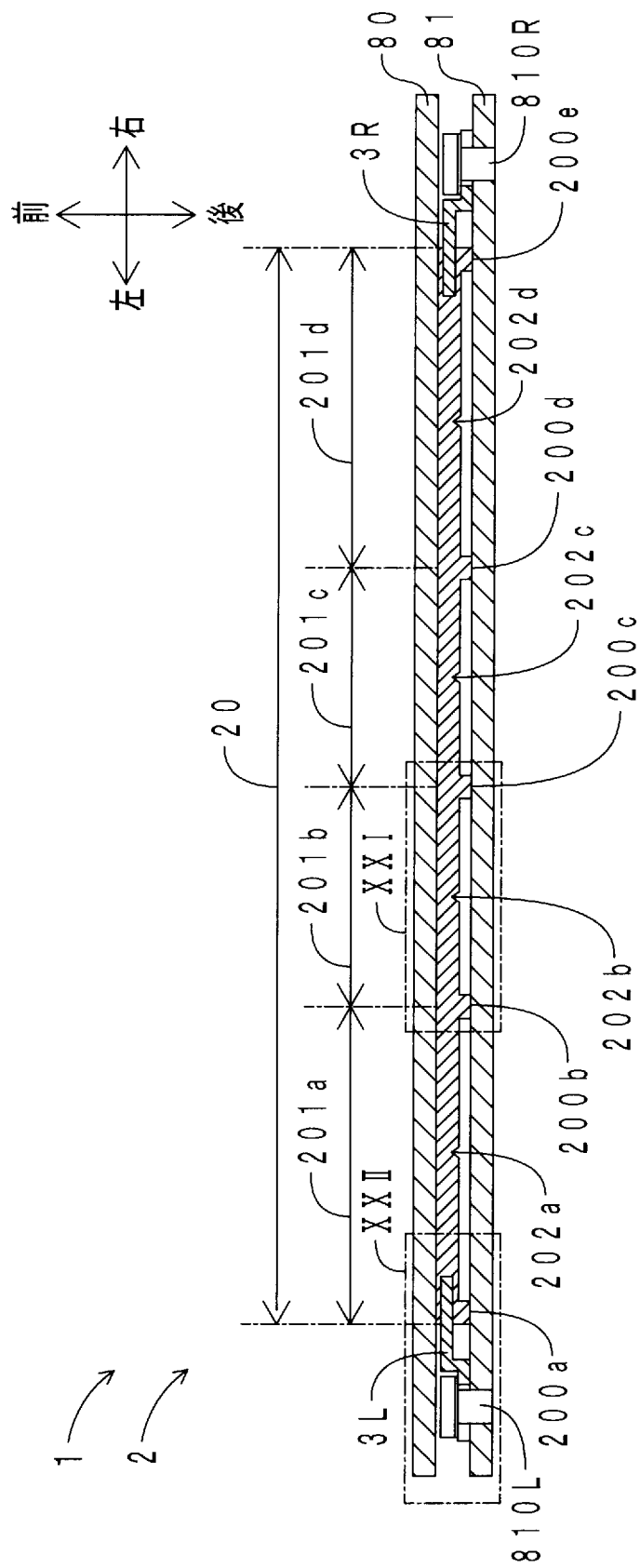
[図16]



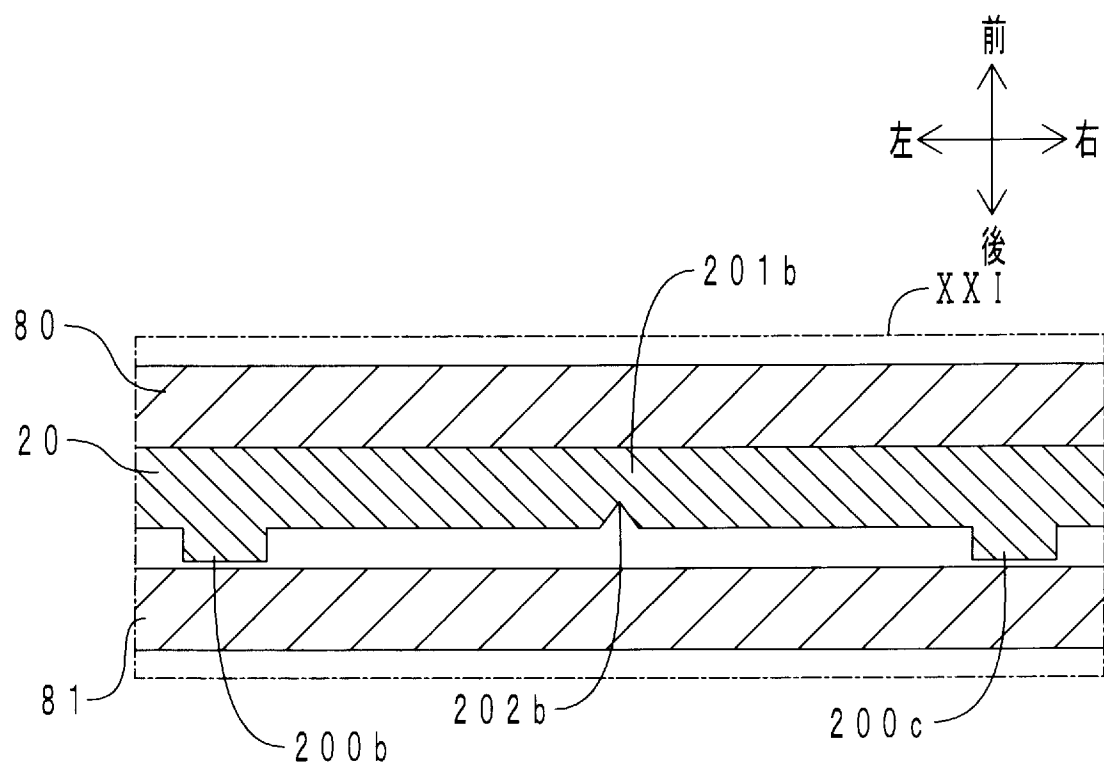
[図19]



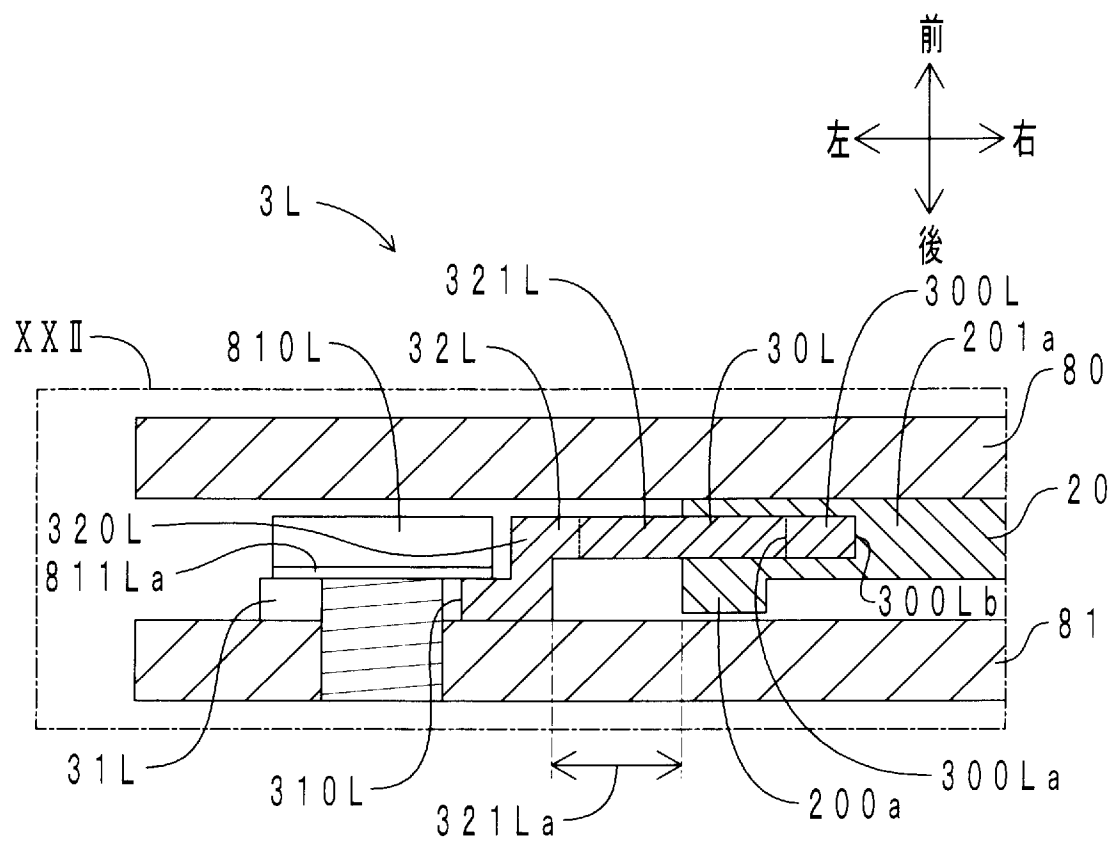
[図20]



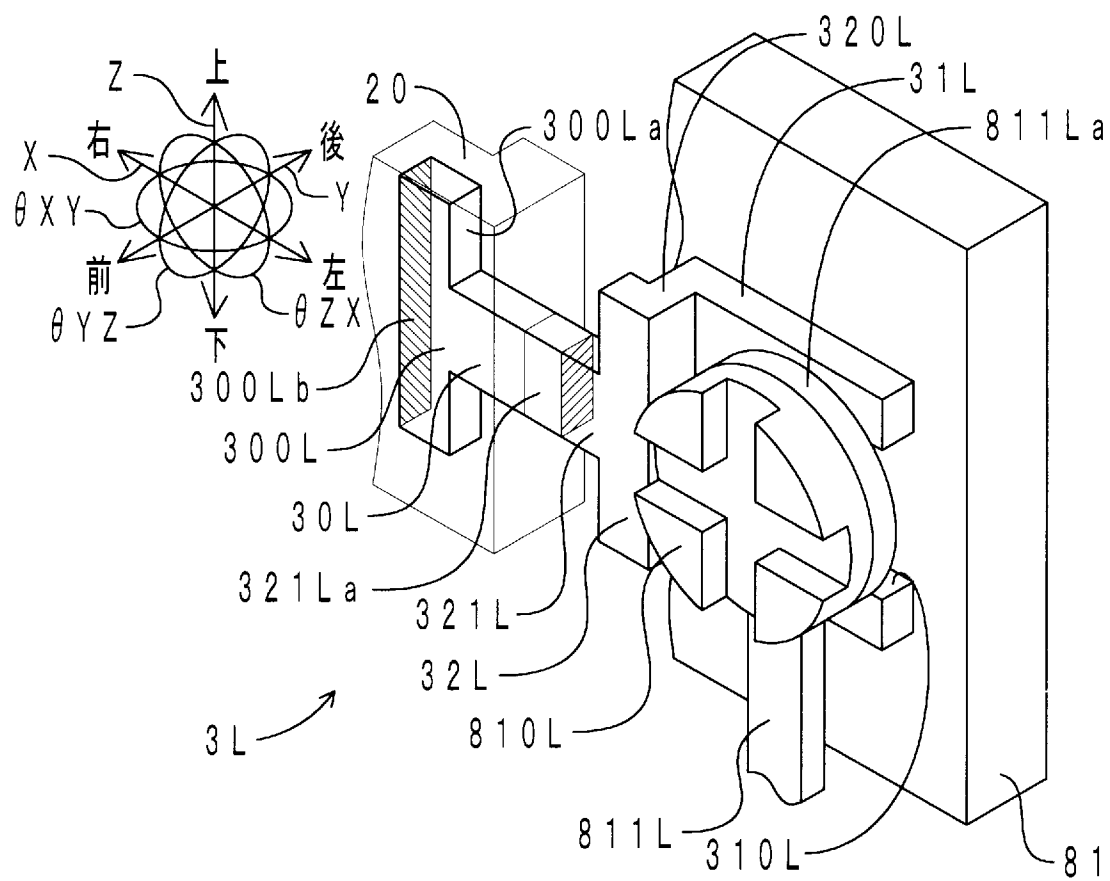
[図21]



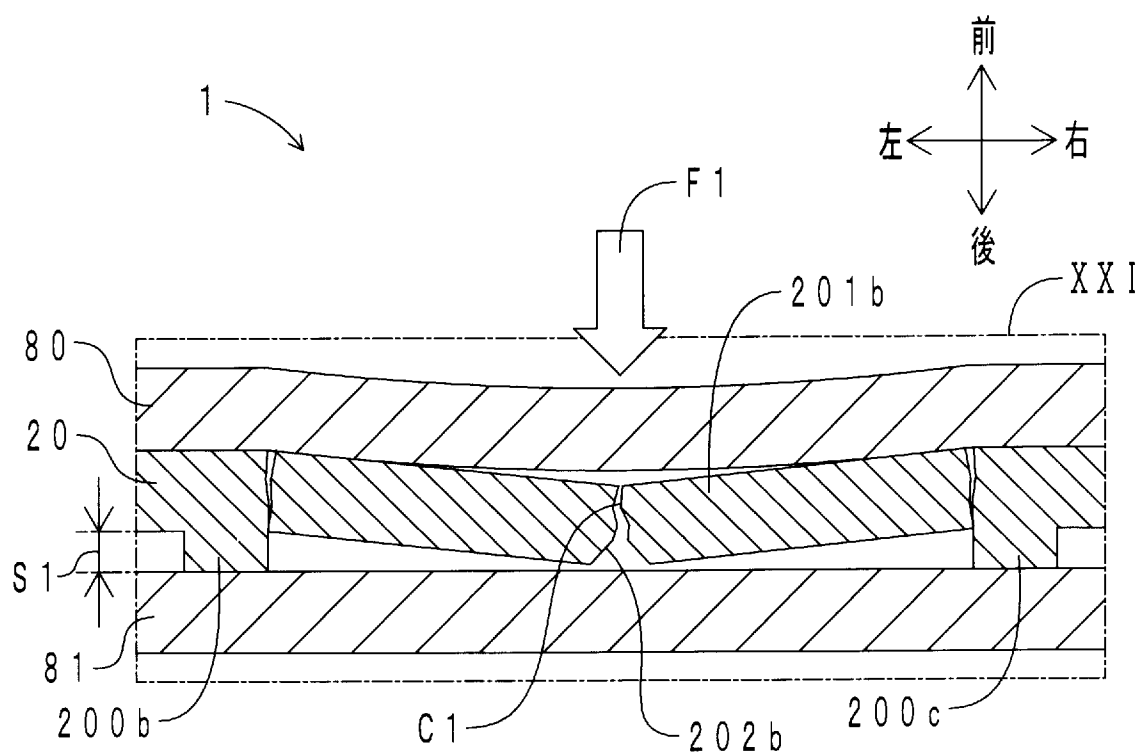
[図22]



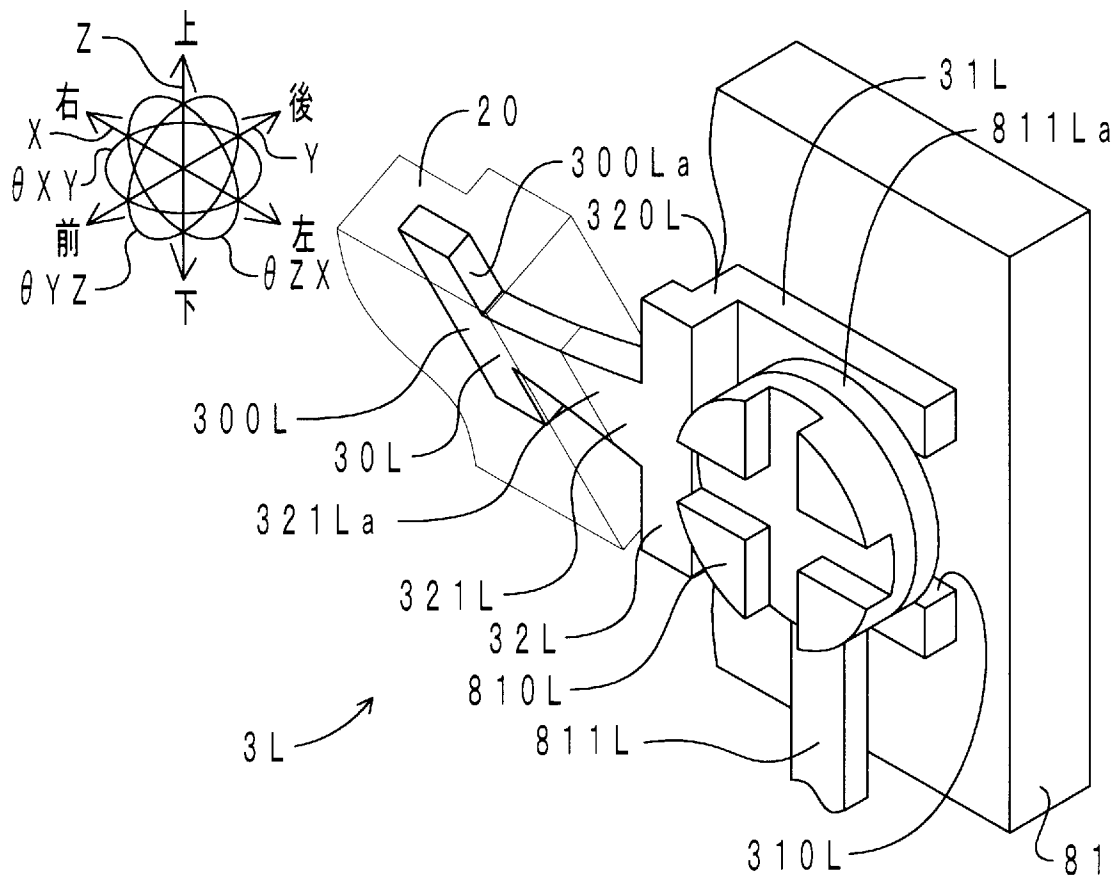
[図23]



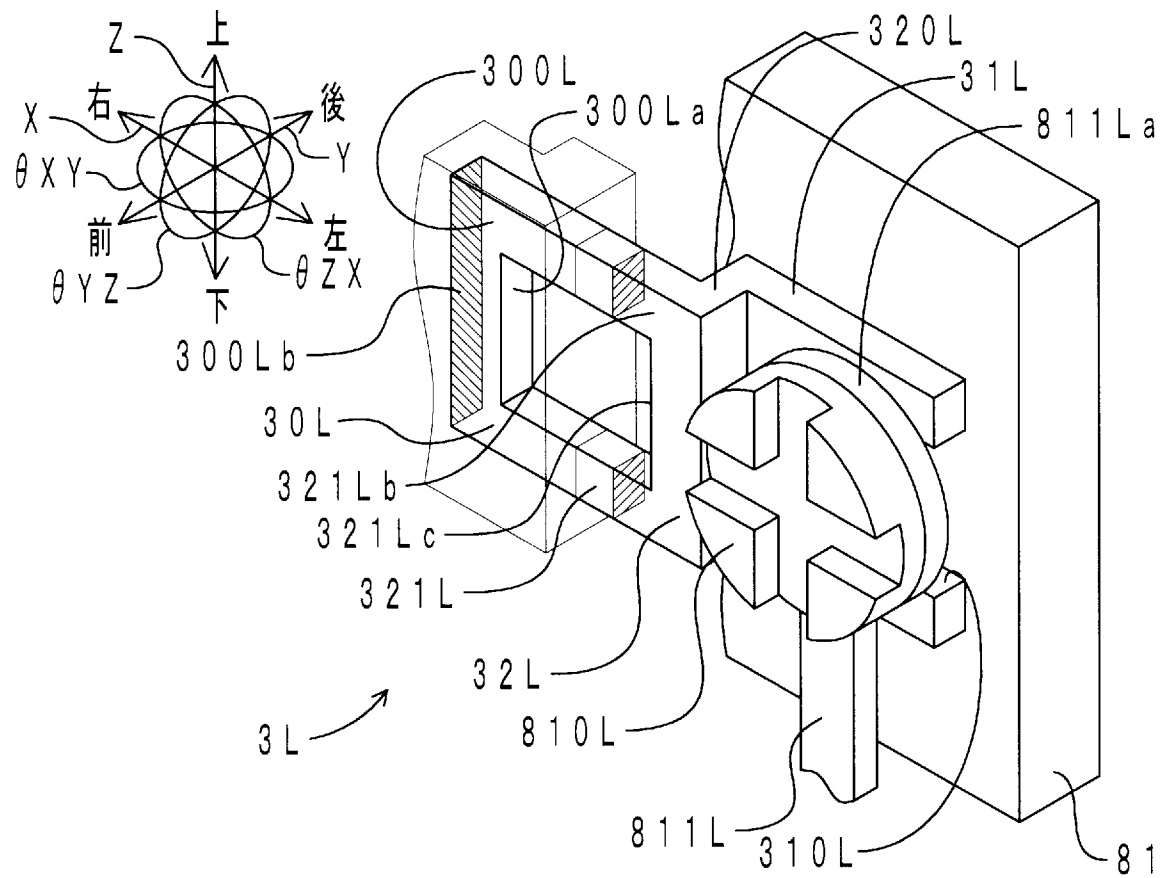
[図24]



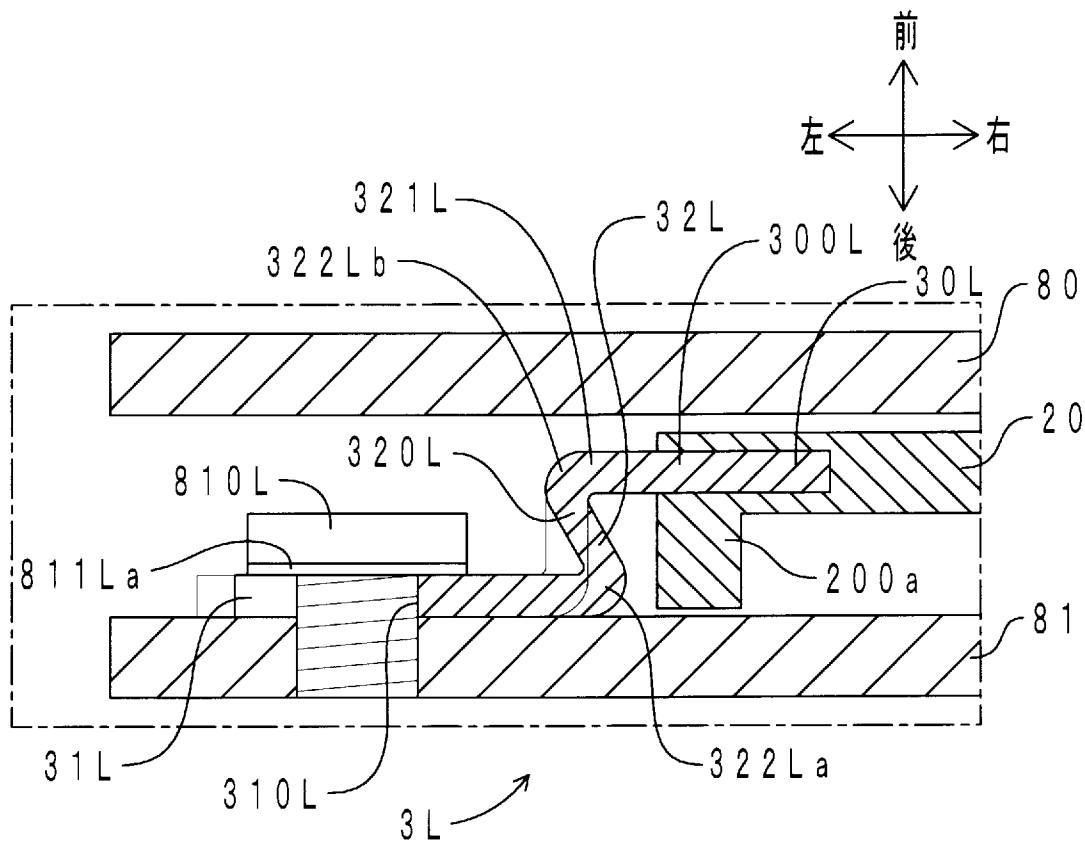
[図25]



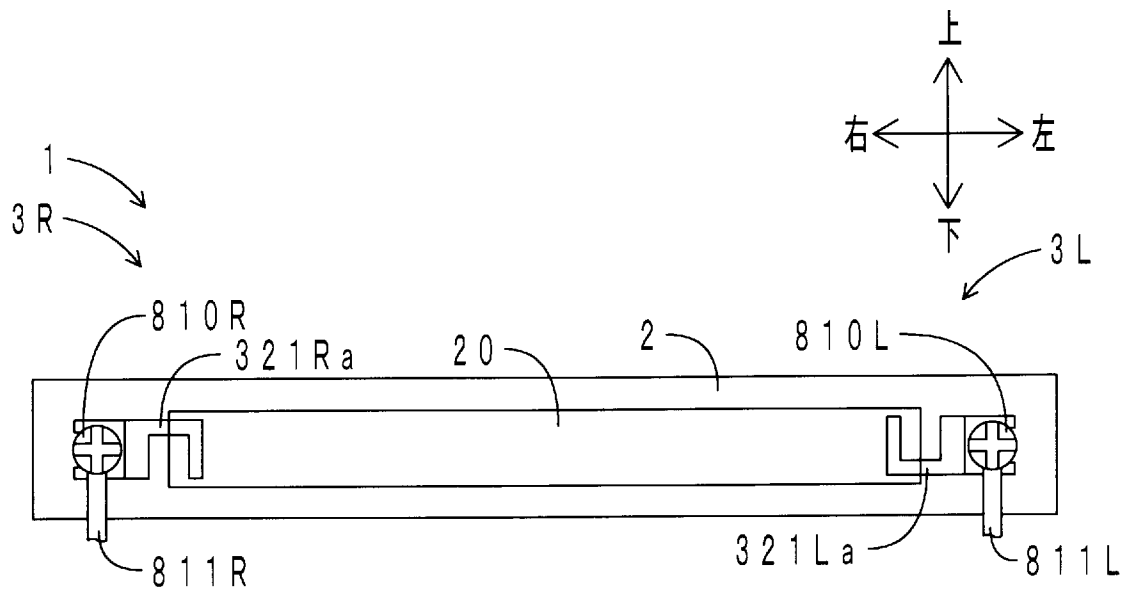
[図27]



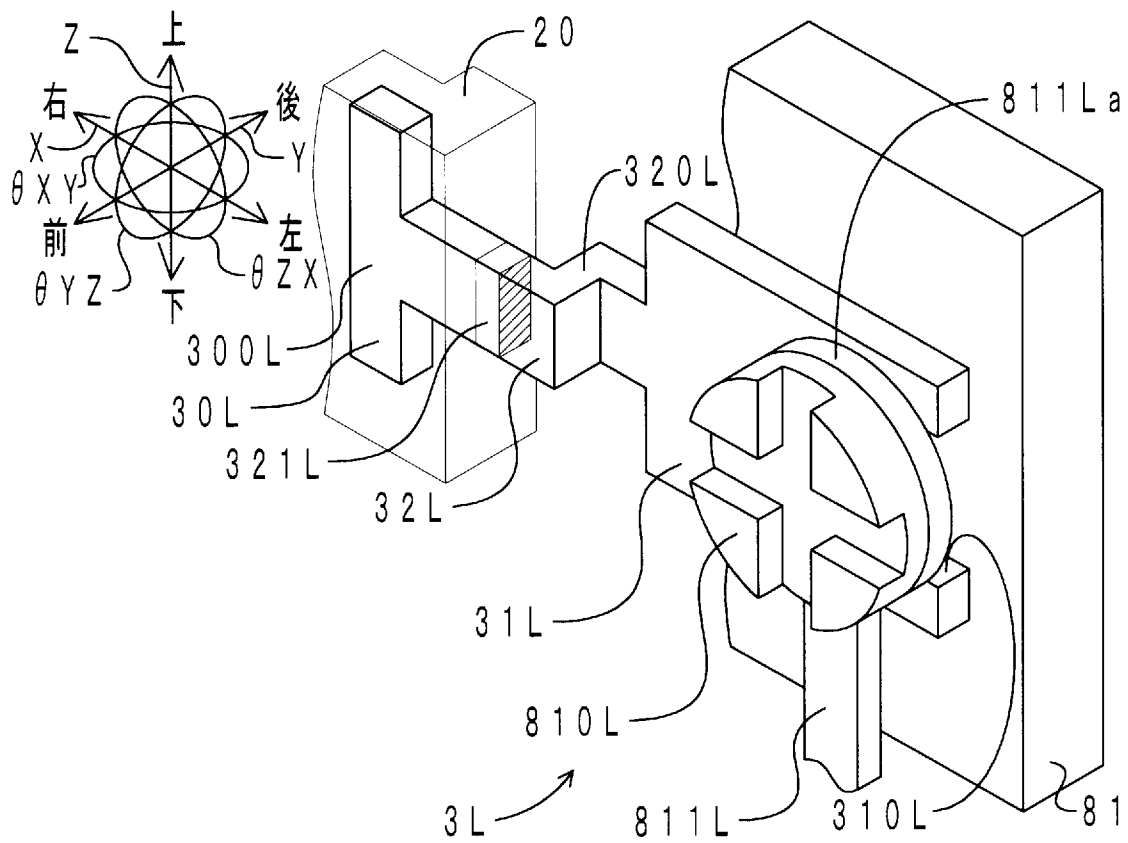
[図28]



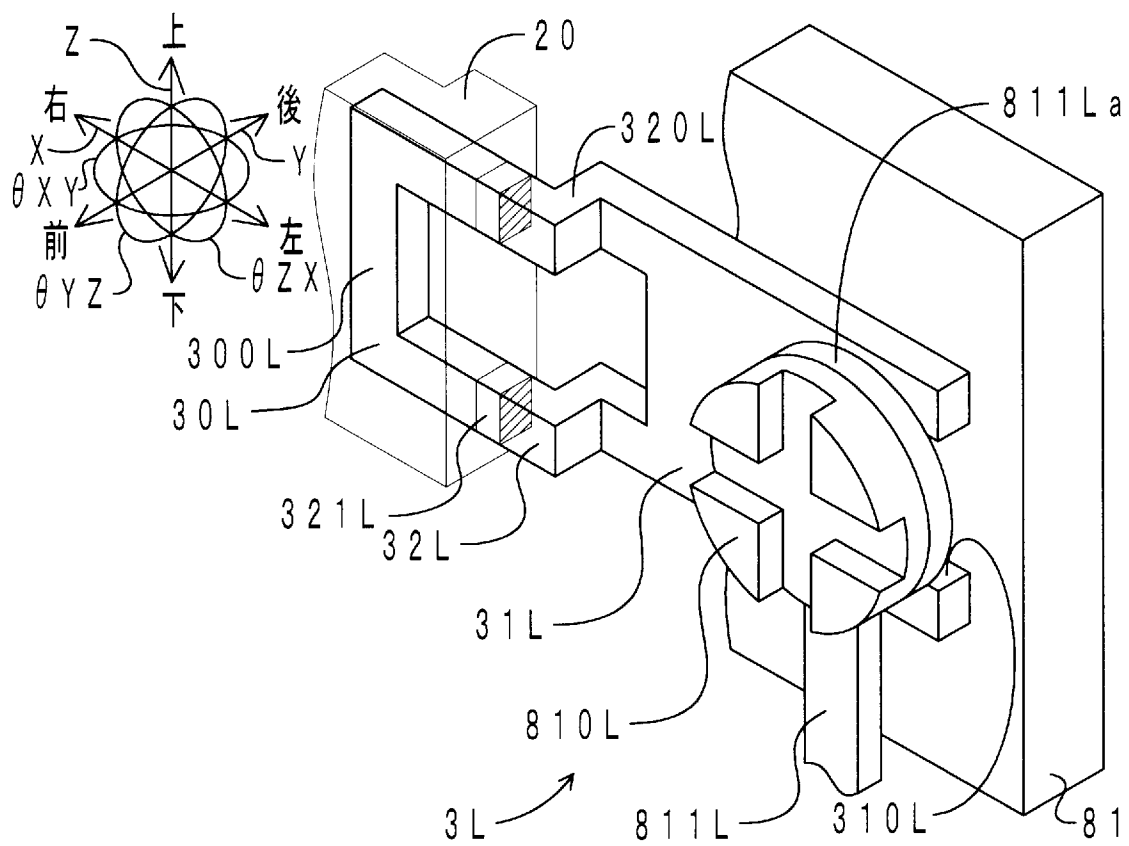
[図31]



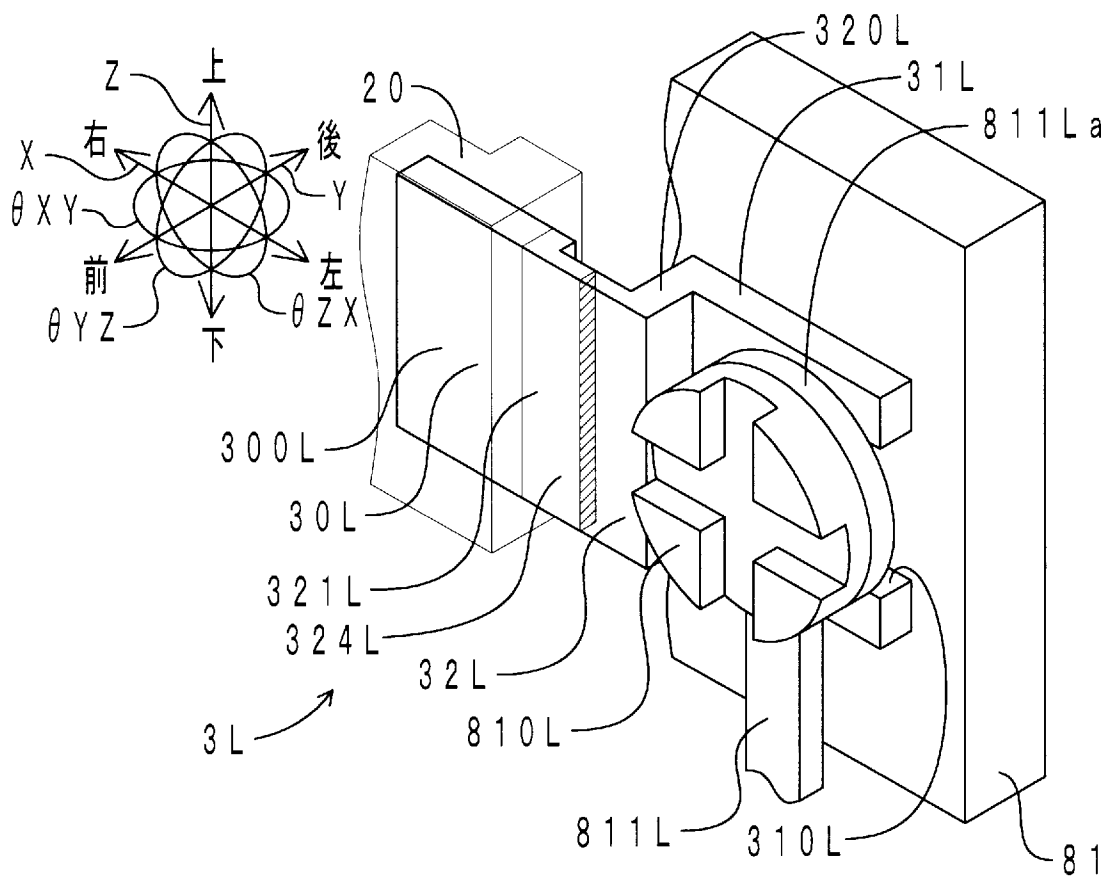
[図32]



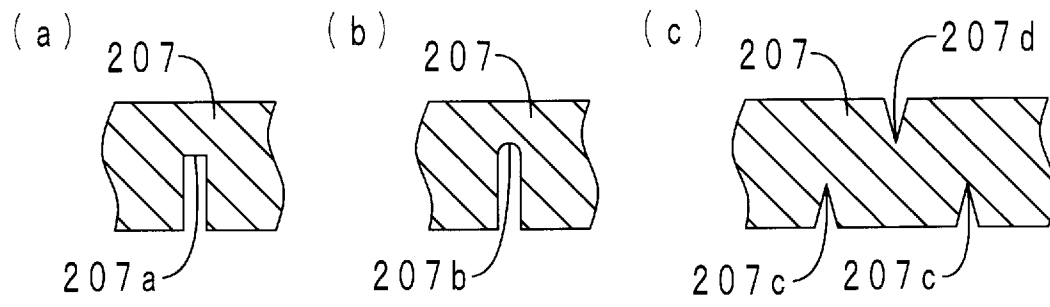
[図33]



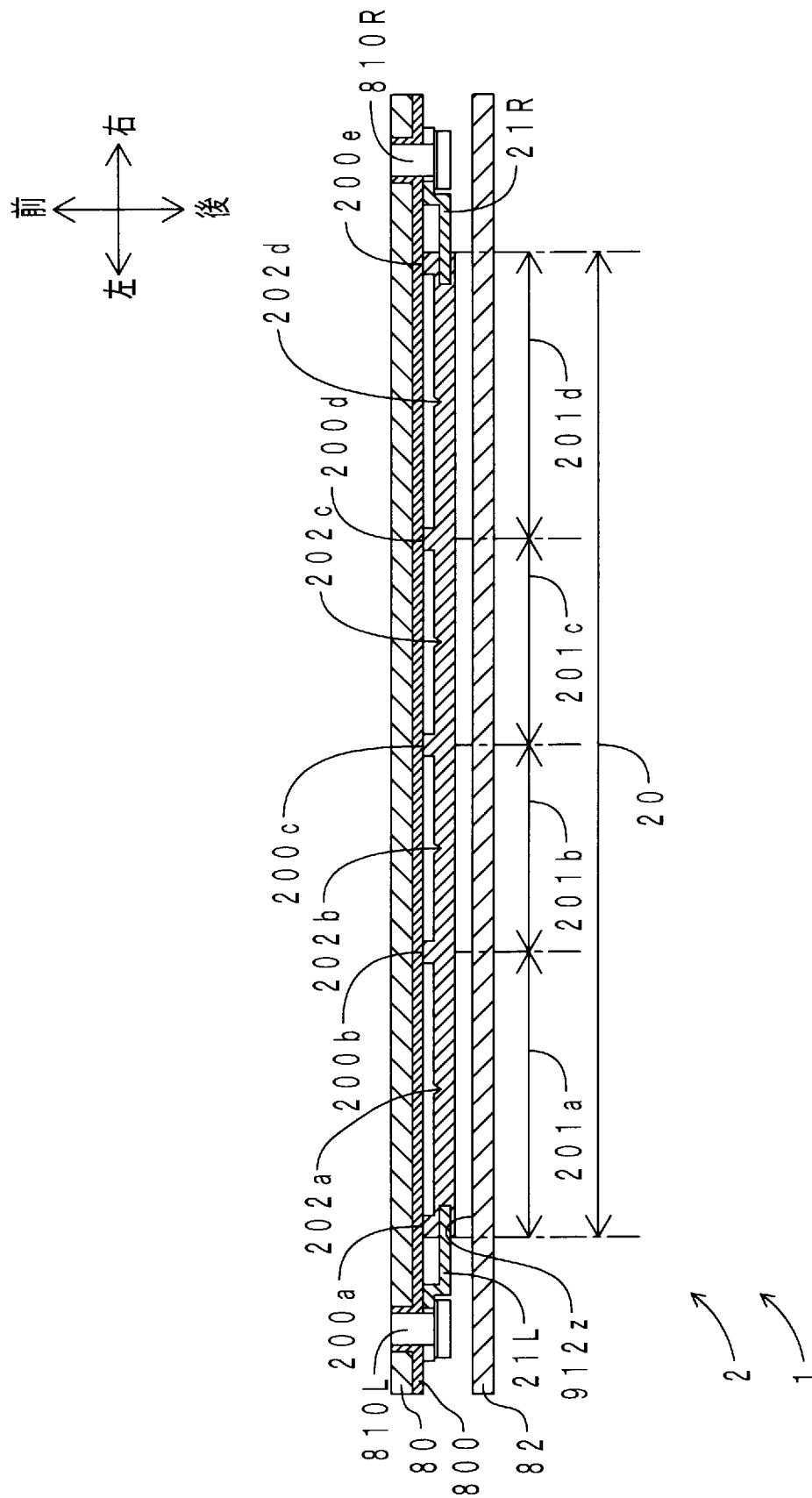
[図34]



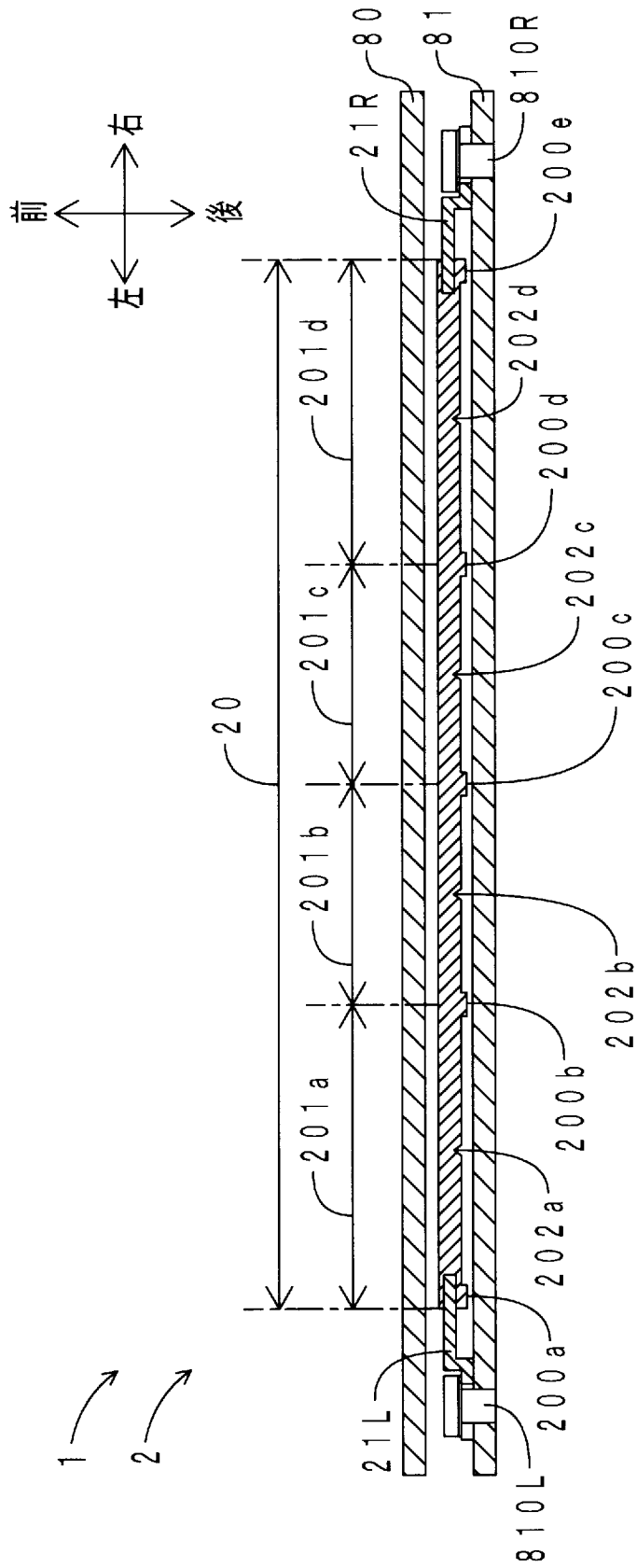
[図35]



[図36]



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B7/16(2006.01)i, G01L1/20(2006.01)i, G08B13/14(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, G01L1/20, G08B13/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 10-047678 A (Director General of Technical Research and Development Institute of Defense Agency), 20 February 1998 (20.02.1998), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4, 6-8 5, 9-24
X Y A	JP 2011-086418 A (Mitsubishi Materials Corp.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraphs [0012] to [0018]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 6-8 2-5, 9-24

☒ 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
29 June, 2012 (29.06.12)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063087

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 6-144152 A (Takata Corp.), 24 May 1994 (24.05.1994), paragraphs [0013] to [0019]; fig. 1 to 4 & US 5375877 A column 2, line 55 to column 3, line 34; fig. 1 to 4	1-4, 6-8 5, 9-24
Y A	JP 2001-041774 A (Chubu Electric Power Co., Inc.), 16 February 2001 (16.02.2001), paragraph [0029]; fig. 1 (Family: none)	7, 8 9-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B7/16(2006.01)i, G01L1/20(2006.01)i, G08B13/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B7/16, G01L1/20, G08B13/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-047678 A (防衛庁技術研究本部長) 1998.02.20, 段落【0009】 - 【0012】, 第 1-3 図	1-4, 6-8
A	(ファミリーなし)	5, 9-24
X	JP 2011-086418 A (三菱マテリアル株式会社) 2011.04.28, 段落【0012】 - 【0018】, 第 1-2 図	1
Y	(ファミリーなし)	6-8
A		2-5, 9-24

☒ 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

2 9 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

中川 康文

2 S

4 0 6 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 6-144152 A (タカタ株式会社)	1-4, 6-8
A	1994.05.24, 段落【0013】 - 【0019】, 第1-4図 & US 5375877 A, 第2欄第55行-第3欄第34行, 第1-4図	5, 9-24
Y	JP 2001-041774 A (中部電力株式会社)	7, 8
A	2001.02.16, 段落【0029】, 第1図 (ファミリーなし)	9-12