

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4932450号
(P4932450)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 L	5/16	(2006.01)	GO 1 L 5/16
GO 1 L	1/14	(2006.01)	GO 1 L 1/14 Z
GO 1 L	1/18	(2006.01)	GO 1 L 1/18 Z
GO 1 L	1/20	(2006.01)	GO 1 L 1/20 Z

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-315280 (P2006-315280)	(73) 特許権者	000111085 ニッタ株式会社
(22) 出願日	平成18年11月22日 (2006.11.22)		大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
(65) 公開番号	特開2008-128864 (P2008-128864A)	(74) 代理人	100089196 弁理士 梶 良之
(43) 公開日	平成20年6月5日 (2008.6.5)	(74) 代理人	100104226 弁理士 須原 誠
審査請求日	平成21年2月19日 (2009.2.19)	(72) 発明者	森本 英夫 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株 式会社 奈良工場内
		審査官	田邊 英治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

起歪体と、前記起歪体の一端面に配置された検出素子とを備えたセンサであって、
前記起歪体は、第1可撓部を有する第1部材と、前記第1可撓部に対向した第2可撓部
を有する第2部材と、前記第1可撓部と前記第2可撓部とを連結する連結部材とを有し、
前記第1部材及び前記第2部材はいずれもエッチング技術により加工され且つ拡散接合
により接合された複数の板状部材から構成されると共に、
前記第1部材、前記第2部材及び連結部材は拡散接合により接合されていることを特徴
とするセンサ。

【請求項2】

前記第1部材の前記複数の板状部材は、前記第1可撓部が形成された第1板状部材と、
前記第1可撓部に対応した位置に開口が形成された第2板状部材とを含み、
前記第2部材の前記複数の板状部材は、前記第2可撓部が形成された第3板状部材と、
前記第2可撓部に対応した位置に開口が形成された第4板状部材とを含んでおり、
前記第1可撓部及び前記第2可撓部は、環状の溝及び前記環状の溝の内側に配置された
肉厚部からそれぞれ構成され、
前記連結部材は、前記第2板状部材及び前記第4板状部材に形成された開口の内側に配
置されており、前記第1板状部材の肉厚部と前記第2板状部材の肉厚部とを連結するこ
とを特徴とする請求項1に記載のセンサ。

【請求項3】

10

20

前記第 1 部材の前記複数の板状部材は、前記第 1 可撓部が形成された第 1 板状部材と、前記第 1 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 2 板状部材とを含み、

前記第 2 部材の前記複数の板状部材は、前記第 2 可撓部が形成された第 3 板状部材と、前記第 2 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 4 板状部材とを含んでおり、

前記第 1 可撓部、前記第 2 可撓部及び前記肉薄部は、環状の溝及び前記環状の溝の内側に形成された肉厚部からそれぞれ構成され、

前記連結部材は、最も前記第 2 部材に近接した前記第 2 板状部材の肉厚部と、最も前記第 1 部材に近接した前記第 4 板状部材の肉厚部とを連結することを特徴とする請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 4】

10

前記連結部材は、エッチング技術により加工された複数の板状部材から構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記検出素子として歪みゲージ又はピエゾ抵抗素子を備えた歪みゲージ式センサである請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 6】

前記検出素子として離隔して対向するように配置された一对の電極を備えた静電容量式センサである請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 7】

前記検出素子として一对の電極間に配置された感圧抵抗体を備えた抵抗式センサである請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のセンサ。

20

【請求項 8】

第 1 可撓部を有する第 1 部材と、前記第 1 可撓部に対向した第 2 可撓部を有する第 2 部材と、前記第 1 可撓部と前記第 2 可撓部とを連結する連結部材とを含む起歪体と、前記起歪体の一端面に配置された検出素子とを備えたセンサの製造方法であって、

前記第 1 部材及び前記第 2 部材をそれぞれ構成する複数の板状部材をエッチング技術により加工する加工工程と、

前記加工工程で加工された複数の板状部材を拡散接合により接合し、前記第 1 部材及び前記第 2 部材をそれぞれ作製する第 1 作製工程と、

前記連結部材を作製する第 2 作製工程と、

30

前記第 1 作製工程で作製された前記第 1 部材及び前記第 2 部材と、前記第 2 作製工程で作製された連結部材とを拡散接合により接合し、前記起歪体を作製する第 3 作製工程と、

前記起歪体に前記検出素子を取り付ける取付工程とを備えていることを特徴とするセンサの製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 部材の前記複数の板状部材は、前記第 1 可撓部が形成された第 1 板状部材と、前記第 1 可撓部に対応した位置に開口が形成された第 2 板状部材とを含み、

前記第 2 部材の前記複数の板状部材は、前記第 2 可撓部が形成された第 3 板状部材と、前記第 2 可撓部に対応した位置に開口が形成された第 4 板状部材とを含んでおり、

前記第 1 可撓部及び前記第 2 可撓部は、環状の溝と、前記環状の溝の内側に形成された肉厚部とからそれぞれ構成され、

40

前記連結部材は、前記第 2 板状部材及び前記第 4 板状部材に形成された開口の内側に配置されており、前記第 1 板状部材の肉厚部と前記第 2 板状部材の肉厚部とを連結することを特徴とする請求項 8 に記載のセンサの製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 部材の前記複数の板状部材は、前記第 1 可撓部が形成された第 1 板状部材と、前記第 1 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 2 板状部材とを含み、

前記第 2 部材の前記複数の板状部材は、前記第 2 可撓部が形成された第 3 板状部材と、前記第 2 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 4 板状部材とを含み、

前記第 1 可撓部、前記第 2 可撓部及び前記肉薄部は、環状の溝と、前記環状の溝の内側

50

に形成された肉厚部とからそれぞれ構成され、

前記連結部材は、最も前記第2部材に近接した前記第2板状部材の肉厚部と、最も前記第1部材に近接した前記第4板状部材の肉厚部とを連結することを特徴とする請求項8に記載のセンサの製造方法。

【請求項11】

前記連結部材は、エッチング技術により加工された複数の板状部材から構成されていることを特徴とする請求項10に記載のセンサの製造方法。

【請求項12】

前記検出素子として歪みゲージ又はピエゾ抵抗素子を備えた歪みゲージ式センサである請求項8～11のいずれか1項に記載のセンサの製造方法。

10

【請求項13】

前記検出素子として離隔して対向するように配置された一对の電極を備えた静電容量式センサである請求項8～11のいずれか1項に記載のセンサの製造方法。

【請求項14】

前記検出素子として一对の電極間に配置された感圧抵抗体を備えた抵抗式センサである請求項8～11のいずれか1項に記載のセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多軸成分の力などを検出することができるセンサ及びその製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、円盤形状のフランジから成る第1部材及び第2部材を備えた6軸センサが記載されている。上記の第1部材および第2部材は、それぞれ対向する4つのダイヤフラムを有していると共に、各ダイヤフラムの中心部には中心軸が設けられている。そして、互いに向き合うダイヤフラムの中心軸同士がボルトにより連結されることで、第1部材と第2部材とが一体化されている。また、第1部材の表側面には複数の歪みゲージが配置されており、各歪みゲージの抵抗値の変化に基づいて力及びモーメントが検出される。

【特許文献1】特開2005-31062号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ここで、上述したように、円盤形状の第1部材と円盤形状の第2部材とが中心軸で連結された起歪体は一つの部材から切削加工で作製するのは困難である。従って、切削加工により2又は3個の部品を分割して作製した後で、それらの部品が溶接又はネジで連結されるのが一般的である。しかしながら、第1部材及び第2部材では、各ダイヤフラムの中心軸の周囲に環状の溝を形成する必要があるが、センサの小型化にともなって環状の溝も小さくなるので切削加工が難しくなる。特に環状の溝を深く加工するのは難しく、肉薄部分の厚さのバラツキ管理は非常に困難である。そのため、上記の起歪体を作製するためには、特別な熟練した技術と多くの時間が必要になり、その結果、センサの小型化によって製造コストが著しく増大するという問題が発生する。

40

【0004】

上記の問題は、歪みゲージ式センサに限らず、同様の形状の起歪体を備えた静電容量式センサや抵抗式センサにおいても発生すると考えられる。

【0005】

そこで、本発明の目的は、製造コストを低減しつつセンサの小型化を図ることができるセンサ及びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0006】

50

本発明のセンサは、起歪体と、前記起歪体の一端面に配置された検出素子とを備えたセンサであって、前記起歪体は、第1可撓部を有する第1部材と、前記第1可撓部に対向した第2可撓部を有する第2部材と、前記第1可撓部と前記第2可撓部とを連結する連結部材とを有し、前記第1部材及び前記第2部材はいずれもエッチング技術により加工され且つ拡散接合により接合された複数の板状部材から構成されると共に、前記第1部材、前記第2部材及び連結部材は拡散接合により接合されていることを特徴としている。

【0007】

本発明のセンサの製造方法は、第1可撓部を有する第1部材と、前記第1可撓部に対向した第2可撓部を有する第2部材と、前記第1可撓部と前記第2可撓部とを連結する連結部材とを含む起歪体と、前記起歪体の一端面に配置された検出素子とを備えたセンサの製造方法であって、前記第1部材及び前記第2部材をそれぞれ構成する複数の板状部材をエッチング技術により加工する加工工程と、前記加工工程で加工された複数の板状部材を拡散接合により接合し、前記第1部材及び前記第2部材をそれぞれ作製する第1作製工程と、前記連結部材を作製する第2作製工程と、前記第1作製工程で作製された前記第1部材及び前記第2部材と、前記第2作製工程で作製された連結部材とを拡散接合により接合し、前記起歪体を作製する第3作製工程と、前記起歪体に前記検出素子を取り付ける取付工程とを備えていることを特徴としている。

【0008】

この構成によると、エッチング技術により加工された複数の板状部材を拡散接合により接合することで、起歪体の第1部材及び第2部材を作製できる。このように、エッチング技術を用いれば、非常に薄い板状部材を安価に大量に精度良く加工でき、加工歪みも少なくできる。また、初期コストとして加工品に応じた版を作製するだけでよいので、製造コストを低減できる。従って、製造コストを低減しつつセンサの小型化を図ることができる。また、複数の板状部材を強く接合できるので、あたかも1つの部材であるように、力や歪みを効率よく伝達することができる。

【0009】

本発明のセンサでは、前記第1部材の前記複数の板状部材は、前記第1可撓部が形成された第1板状部材と、前記第1可撓部に対応した位置に開口が形成された第2板状部材とを含み、前記第2部材の前記複数の板状部材は、前記第2可撓部が形成された第3板状部材と、前記第2可撓部に対応した位置に開口が形成された第4板状部材とを含んでおり、前記第1可撓部及び前記第2可撓部は、環状の溝及び前記環状の溝の内側に配置された肉厚部からそれぞれ構成され、前記連結部材は、前記第2板状部材及び前記第4板状部材に形成された開口の内側に配置されており、前記第1板状部材の肉厚部と前記第2板状部材の肉厚部とを連結してもよい。

【0010】

本発明のセンサの製造方法では、前記第1部材の前記複数の板状部材は、前記第1可撓部が形成された第1板状部材と、前記第1可撓部に対応した位置に開口が形成された第2板状部材とを含み、前記第2部材の前記複数の板状部材は、前記第2可撓部が形成された第3板状部材と、前記第2可撓部に対応した位置に開口が形成された第4板状部材とを含んでおり、前記第1可撓部及び前記第2可撓部は、環状の溝と、前記環状の溝の内側に形成された肉厚部とからそれぞれ構成され、前記連結部材は、前記第2板状部材及び前記第4板状部材に形成された開口の内側に配置されており、前記第1板状部材の肉厚部と前記第2板状部材の肉厚部とを連結してもよい。

【0011】

本発明のセンサでは、前記第1部材の前記複数の板状部材は、前記第1可撓部が形成された第1板状部材と、前記第1可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第2板状部材とを含み、前記第2部材の前記複数の板状部材は、前記第2可撓部が形成された第3板状部材と、前記第2可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第4板状部材とを含んでおり、前記第1可撓部、前記第2可撓部及び前記肉薄部は、環状の溝及び前記環状の溝の内側に形成された肉厚部からそれぞれ構成され、前記連結部材は、最も前記第2部材に近接

した前記第 2 板状部材の肉厚部と、最も前記第 1 部材に近接した前記第 4 板状部材の肉厚部とを連結してもよい。

【0012】

本発明のセンサの製造方法では、前記第 1 部材の前記複数の板状部材は、前記第 1 可撓部が形成された第 1 板状部材と、前記第 1 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 2 板状部材とを含み、前記第 2 部材の前記複数の板状部材は、前記第 2 可撓部が形成された第 3 板状部材と、前記第 2 可撓部に対応した位置に肉薄部が形成された第 4 板状部材とを含み、前記第 1 可撓部、前記第 2 可撓部及び前記肉薄部は、環状の溝と、前記環状の溝の内側に形成された肉厚部とからそれぞれ構成され、前記連結部材は、最も前記第 2 部材に近接した前記第 2 板状部材の肉厚部と、最も前記第 1 部材に近接した前記第 4 板状部材の肉厚部とを連結してもよい。

10

【0013】

本発明のセンサでは、前記連結部材は、エッチング技術により加工された複数の板状部材から構成されていてもよい。

【0014】

本発明のセンサの製造方法では、前記連結部材は、エッチング技術により加工された複数の板状部材から構成されていてもよい。

【0015】

本発明のセンサでは、前記検出素子として歪みゲージ又はピエゾ抵抗素子を備えた歪みゲージ式センサであってもよい。

20

【0016】

本発明のセンサの製造方法では、前記検出素子として歪みゲージ又はピエゾ抵抗素子を備えた歪みゲージ式センサであってもよい。

【0017】

本発明のセンサでは、前記検出素子として離隔して対向するように配置された一对の電極を備えた静電容量式センサであってもよい。

【0018】

本発明のセンサの製造方法では、前記検出素子として離隔して対向するように配置された一对の電極を備えた静電容量式センサであってもよい。

【0019】

本発明のセンサでは、前記検出素子として一对の電極間に配置された感圧抵抗体を備えた抵抗式センサであってもよい。

30

【0020】

本発明のセンサの製造方法では、前記検出素子として一对の電極間に配置された感圧抵抗体を備えた抵抗式センサであってもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。図 2 は、図 1 の A-A 線における断面図である。図 3 は、歪みゲージの配置を示す図である。

40

【0022】

図 1 の歪みゲージ式センサ 1 は、起歪体 5 と、起歪体 5 の下面に配置された複数の歪みゲージを備えている。起歪体 5 は、十分な剛性を有する固定部 300 に固定された第 1 フランジ 100 と、第 1 フランジ 100 に対向するように配置された第 2 フランジ 200 と、第 1 フランジ 100 と第 2 フランジ 200 とを連結する連結体 121～124 とを有している。

【0023】

固定部 300 は円盤形状であって、その上面の中央部は凹部になっている。そして、固定部 300 は、その周辺部で第 1 フランジ 100 を支持する構造になっている。従って、固定部 300 は、第 1 フランジ 100 の下面に配置された歪みゲージを覆っていると共に

50

、図示しないネジ穴が設けてありセンサ１を適当な場所に固定する機能を有している。

【００２４】

第１フランジ１００および第２フランジ２００は、ステンレスなどの金属で形成された円盤形状のフランジである。本実施の形態では、第１フランジ１００および第２フランジ２００の外径は約１５mmである。第１フランジ１００は積層された板材１０１～１０４から構成されており、第２フランジ２００は積層された板材２０１～２０４から構成されている。また、第２フランジ２００の上面には板材２０５が配置されている。本実施の形態では、板材１０１、２０１の厚さは約１．５mmであり、板材１０２～１０４、２０２～２０５の厚さは約１mmである。そして、第１フランジ１００の板材１０１には、４つの肉薄の可撓部１１１～１１４が設けられており、第２フランジ２００の板材２０１には、４つの肉薄の可撓部２１１～２１４が設けられている。各可撓部１１１～１１４の中央部には肉厚部１０１aがそれぞれ形成されており、各可撓部２１１～２１４の中央部には肉厚部２０１aがそれぞれ形成されている。そして、第１フランジ１００の板材１０１の肉厚部１０１aと、第２フランジ２００の板材２０１の肉厚部２０１aとが連結体１２１～１２４によりそれぞれ連結されている。本実施の形態では、連結体１２１～１２４の長さは約１０mmである。

10

【００２５】

本実施の形態では、第１フランジ１００を固定側、第２フランジ２００を力を受ける受圧部として利用される。第２フランジ２００には、図２に示すように、目的に応じた部品を取り付けるためのネジ穴２２０が形成されている。ここで、第２フランジ２００の上面（連結体１２１～１２４と反対側の面）には板材２０５が配置されており、可撓部２１１～２１４に対応した位置は板材２０５の厚さ分だけ凹んだ状態になっている。従って、第２フランジ２００の上面に取り付けられた部品に力が作用した場合に、この部品と可撓部２１１～２１４とが接触するのが防止されるので、可撓部２１１～２１４に変位又は歪みが円滑に発生する。

20

【００２６】

第１フランジ１００の可撓部１１１～１１４は、肉厚部１０１aと、その周囲に形成された環状の溝１０１bとを有しており、段差 Δt_1 が設けられている。また、可撓部１１１～１１４は、図３に示すように、X軸およびY軸上の正方向および負方向にそれぞれ配置されている。そして、第１フランジ１００の下面であり且つ固定部３００の凹部に対向した位置には、一平面上に配置された複数の歪みゲージR１１～R１８、R２１～R２８、R３１～R３８、R４１～R４８が設けられている。

30

【００２７】

ここで、各可撓部１１１～１１４の８個の歪みゲージの配置位置は、各可撓部の中心位置を通り且つX軸に平行な線上における薄肉部分の外縁部と内縁部、各可撓部の中心位置を通り且つY軸に平行な線上における薄肉部分の外縁部と内縁部である。つまり、各可撓部１１１～１１４において、歪みゲージは最も大きな歪みが発生する位置に貼り付けられている。

【００２８】

また、第２フランジ２００の可撓部２１１～２１４は、肉厚部２０１aと、その周囲に形成された環状の溝２０１bとを有しており、段差 Δt_2 が設けられている。そして、第１フランジ１００と第２フランジ２００とは、可撓部１１１～１１４と可撓部２１１～２１４とがそれぞれ対向するように、連結体１２１～１２４により連結されている。従って、第１フランジ１００、第２フランジ２００及び連結体２１１～２１４は、ほぼ上下に線対称になっている。

40

【００２９】

上述したように、第１フランジ１００には可撓部１１１～１１４が形成され、第２フランジ２００には可撓部２１１～２１４が形成されている。従って、第２フランジ２００に力が作用すると、連結体１２１～１２４を介して、可撓部１１１～１１４に力が伝わり、３次元空間の力の大きさ及び方向に応じて可撓部１１１～１１４に歪みが発生する。よっ

50

て、この歪みゲージ式センサ１は３次元空間の直交する３軸の力とその軸回りのモーメントを測定するための６軸力覚センサとして機能する。なお、本発明は、センサの構造に関する発明であるので、力とモーメントを検出する原理の説明は省略するが、力とモーメントを検出する原理は上述した本願出願人の出願に係る特許文献１に記載された内容と同様である。

【００３０】

次に、歪みゲージ式センサ１の製造方法について、図４～図６を参照して説明する。図４は、第１フランジに含まれる板材の構成を示す図である。図５は、第２フランジに含まれる板材及び第２フランジの上面に配置された板材の構成を示す図である。図６は、第１フランジと第２フランジとを連結する工程を示す図である。

10

【００３１】

まず、ステンレスの板材においてエッチング技術により板材１０１の外径及び穴１０１ｃを加工する。その後、ハーフエッチング技術により環状の溝１０１ｂを加工する。その結果、環状の溝１０１ｂの中央に肉厚部１０１ａが形成される。これにより、図４（ａ）に示すように、４つの可撓部１１１～１１４を有する板材１０１が作製される。また、ハーフエッチング技術により環状の溝１０１ｂを加工した後で、エッチング技術により板材１０１の外径及び穴１０１ｃを加工してもよい。

【００３２】

次に、別のステンレスの板材においてエッチング技術により板材１０２の外径、開口１０２ａ及び穴１０２ｃを加工する。ここで、開口１０２ａの大きさは可撓部１１１～１１４の大きさとほぼ同じである。これにより、図４（ｂ）に示すように、４つの開口１０２ａを有する板材１０２が作製される。次に、図４（ｃ）及び図４（ｄ）に示すように、板材１０３、１０４は板材１０２と同じ形状であるので、板材１０２と同じエッチング用の版を利用して板材１０３、１０４が作製される。ここで、板材１０２～１０４の厚さは同じである。また、板材１０１～１０４は、１つのエッチング用の版に、複数のパターンを設けておき同時に作製してもよい。

20

【００３３】

板材１０１～１０４を作製した後で、板材１０１の肉厚部１０１ａ（環状の溝１０１ｂ）の中心位置と、板材１０２～１０４の開口１０２ａ～１０４ａの中心位置とが一致し、且つ、穴１０１ｃ～１０４ｃのそれぞれの中心位置が一致するように積層し、板材１０１～１０４を拡散接合技術により接合することで、第１フランジ１００を作製する。また、板材１０１～１０４の穴１０１ｃ～１０４ｃはタップ加工し、第１フランジ１００を固定部３００に固定するためのネジ穴とする。

30

【００３４】

次に、第１フランジ１００の作製手順と同様にして、図５（ａ）～図５（ｄ）に示すように、板材２０１～２０４を作製した後で、板材２０１～２０４を拡散接合技術により接合することで、第２フランジ２００を作製する。また同様に、図５（ｅ）に示すように、板材２０５を作製する。板材２０５は、後述するように、第１フランジ１００、第２フランジ２００及び連結体１２１～１２４を接合技術により接合した後で、レーザ溶接などで第２フランジ２００の上面に接合される。板材２０５は、第２フランジ２００に固定しないで、他の目的に応じた部品を取り付ける際に間挿されてもよい。

40

【００３５】

また、第１フランジ１００及び第２フランジ２００の作製とは別に、切削加工により円柱状の連結体１２１～１２４を作製する。連結体１２１～１２４の外径は、第１フランジ１００の板材１０１の肉厚部１０１ａ及び第２フランジ２００の板材２０１の肉厚部２０１ａの外径と同じである。

【００３６】

上述したように、第１フランジ１００、第２フランジ２００及び連結体１２１～１２４を作製した後で、図６に示すように、可撓部１１１～１１４の中心位置と、可撓部２１１～２１４の中心位置と、連結体１２１～１２４の中心軸が一致するように配置し、拡散接

50

合技術により接合することで起歪体 5 を作製する。ここで、第 1 フランジ 1 0 0 及び第 2 フランジ 2 0 0 の一方に連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 を拡散接合した後で、他方を拡散接合してもよいし、第 1 フランジ 1 0 0、第 2 フランジ 2 0 0 及び連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 を同時に拡散接合してもよい。その後、起歪体 5 の下面（第 1 フランジ 1 0 0 の下面）に複数の歪みゲージを取り付けると共に、板材 2 0 5 をレーザ溶接などで第 2 フランジ 2 0 0 の上面に接合することで、歪みゲージ式センサ 1 が完成する。

【0037】

以上説明したように、本実施の形態の歪みゲージ式センサ 1 では、エッチング技術により加工された複数の板材を拡散接合により接合することで、起歪体 5 の第 1 フランジ 1 0 0 及び第 2 フランジ 2 0 0 を作製できる。このように、エッチング技術を用いれば、非常に薄い板材を安価に大量に精度良く加工でき、加工歪みも少なくできる。また、初期コストとしては拡散接合のための金型の初期費用と金属板材のエッチング版代だけでよいので、製造コストを低減できる。従って、製造コストを低減しつつセンサの小型化を図ることができる。また、複数の板状部材を強く接合できるので、あたかも 1 つの部材であるように、力や歪みを効率よく伝達することができる。

【0038】

また、起歪体 5 においては、第 1 フランジ 1 0 0 の板材 1 0 1 の環状の溝 1 0 1 b と、板材 1 0 2 ~ 1 0 4 の開口 1 0 2 a ~ 1 0 4 a の外周部分（連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 の周囲に対応した部分）とは連続している。従って、起歪体 5 の連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 の周囲には、環状の溝 1 0 1 b の深さと板材 1 0 2 ~ 1 0 4 の厚さとを足し合わせた深さの環状の深い溝が形成されているとみなすことができる。ここで、環状の深い溝の深さは、板材 1 0 1 に積層する板材の枚数や厚さによって任意に変更することが可能である。これは、第 2 フランジ 2 0 0 においても同様である。そのため、本発明では、切削加工では深い溝の加工が困難である場合でも、複数の板材を積層することで深い溝を形成することができる。また、深い溝を形成することで、連結体の長さを長くし、センサ感度を向上させることが可能になる。また、起歪体の深い溝の外側の部分の剛性を大きくできる。

【0039】

ここで、歪みゲージ式センサ 1 は、第 1 フランジ 1 0 0 の板材 1 0 1 及び 2 0 0 の板材 2 0 1 の肉厚部 1 0 1 a、2 0 1 a 及び環状の溝 1 0 1 b、2 0 1 b はなくても 6 軸力検出センサに適用可能であるが、力検出の特性上は、第 1 フランジ 1 0 0、2 0 0 の肉厚部及び環状の溝は形成される方が好ましい。この点について図 7 を参照して説明する。

【0040】

仮に、図 7 に示すように、可撓部 1 1 1 ~ 1 1 4 の中心位置と可撓部 2 1 1 ~ 2 1 4 の中心位置とを結ぶ線と、連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 の中心軸とが、それぞれ $\Delta d 1$ 、 $\Delta d 2$ 、 $\Delta d 3$ 、 $\Delta d 4$ だけずれた状態で拡散接合された場合を考える（図 7 では、 $\Delta d 1$ 及び $\Delta d 3$ だけが図示されている）。肉厚部 1 0 1 a、2 0 1 a は、環状の溝 1 0 1 b、2 0 1 b に比べ剛性が十分に大きく撓みにくい。また、環状の溝 1 0 1 b、2 0 1 b と肉厚部 1 0 1 a、2 0 1 a とはエッチング技術により作製されているので、各中心位置は精度良く一致している。そのため、連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 の位置ずれの影響をほとんど受けずに、第 2 フランジ 2 0 0 が受けた力を第 1 フランジ 1 0 0 に伝達することができる。従って、第 1 フランジ 1 0 0、2 0 0 の肉厚部及び環状の溝が形成されている場合には、連結体 1 2 1 ~ 1 2 4 の位置ずれの影響で、第 2 フランジ 2 0 0 が受けた力を第 1 フランジ 1 0 0 に正確に伝達することができず、力検出の精度が低下したり、軸間の干渉が大きくなることを防止することができる。

【0041】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサについて、図面を参照して説明する。図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。図 9 は、図 8 の A-A 線における断面図である。

【0042】

図 8 の歪みゲージ式センサ 4 0 1 は、起歪体 4 0 5 と、起歪体 4 0 5 の下面に配置され

10

20

30

40

50

た複数の歪みゲージを備えている。起歪体405は、十分な剛性を有する固定部800に固定された第1フランジ500と、第1フランジ500に対向するように配置された第2フランジ600と、第1フランジ500と第2フランジ600とを連結する連結部材700とを有している。

【0043】

固定部800は円盤形状であって、その上面の中央部は凹部になっている。そして、固定部800は、その周辺部で第1フランジ500を支持する構造になっている。従って、固定部800は、第1フランジ500の下面に配置された歪みゲージを覆っていると共に、図示しないネジ穴が設けてありセンサ401を適当な場所に固定する機能もある。

【0044】

第1フランジ500および第2フランジ600は、ステンレスなどの金属で形成された円盤形状の部材である。第1フランジ500は積層された板材501～504から構成されており、第2フランジ600は積層された板材601～604から構成されている。また、第2フランジ600の上面には板材605が配置されている。そして、第1フランジ500の板材501には、4つの肉薄の可撓部511～514が設けられており、第2フランジ600の板材601には、4つの肉薄の可撓部611～614が設けられている。各可撓部511～514の中央部には肉厚部101aがそれぞれ形成されており、各可撓部611～614の中央部には肉厚部601aがそれぞれ形成されている。

【0045】

また、第1フランジ500の板材502～504及び第2フランジ600の板材602～604には、4つの肉薄部502b～504b、602b～604bがそれぞれ設けられており、各肉薄部の中央部には肉厚部502a～504a、602a～604aがそれぞれ形成されている。そして、第1フランジ500の板材504の肉厚部501aと、第2フランジ600の板材604の肉厚部604aとが、連結部材700により連結されている。

【0046】

本実施の形態では、第1フランジ500を固定側、第2フランジ600を力を受ける受力部として利用される。また、第2フランジ600には、図9に示すように、目的に応じた部品を取り付けるためのネジ穴620が形成されている。ここで、第2フランジ600の上面（連結部材700と反対側）には板材605が配置されており、肉薄部に対応した位置は板材605の厚さ分だけ凹んだ状態になっている。従って、第2フランジ600の上面に取り付けられた部品に力が作用した場合に、この部品と板材601の肉薄部とが接触するのが防止されるので、板材601の肉薄部に変位又は歪みが円滑に発生する。

【0047】

第1フランジ500の可撓部511～514及び第2フランジ600の可撓部611～614は、図9に示すように、X軸およびY軸上の正方向および負方向にそれぞれ配置されている。第1フランジ500の下面であり且つ固定部800の凹部に対向した位置には、一平面上に配置された複数の歪みゲージR11～R18、R21～R28、R31～R38、R41～R48が配置されている。なお、歪みゲージの配置位置は、第1の実施の形態と同様であるので詳細な説明は省略する（図3参照）。

【0048】

上述したように、第1フランジ500には可撓部511～514が形成され、第2フランジ600には可撓部611～614が形成されている。従って、第2フランジ600に力が作用すると、連結部材700を介して、第1フランジ500の板材501の肉薄部に力が伝わり、3次元空間の力の大きさ及び方向に応じて肉薄部に歪みが発生する。よって、この歪みゲージ式センサ401は3次元空間の直交する3軸の力とその軸回りのモーメントを測定するための6軸力覚センサとして機能する。なお、本発明は、センサの構造に関する発明であるので、力とモーメントを検出する原理の説明は省略するが、力とモーメントを検出する原理は上述した本願出願人の出願に係る特許文献1に記載された内容と同様である。

10

20

30

40

50

【0049】

次に、歪みゲージセンサ401の製造方法について、図10～図15を参照して説明する。図10は、第1フランジの構成を示す図である。図11は、第1フランジに含まれる板材の構成を示す図である。図12は、第1フランジに含まれる板材の構成を示す図である。図13は、第2フランジに含まれる板材の構成を示す図である。図14は、連結部の構成を示す図である。図15は、連結部に含まれる板材の構成を示す図である。

【0050】

まず、ステンレスの板材においてエッチング技術により板材501の外径及び穴501cを加工する。その後、ハーフエッチング技術により環状の溝501bを加工する。その結果、環状の溝501bの中央に肉厚部501aが形成される。これにより、図11に示すように、4つの可撓部511～514を有する板材501が作製される。ここで、図10及び図11では、板材501は、その外周に形成された切り欠き501d及び接続部501eにより枠材501fに僅かに連結された状態になっている。また、図10及び図11に図示される横方向の長さx及び縦方向の長さyの領域は、それを基本単位として金属板の大きさに応じて繰り返し形成されている。

10

【0051】

次に、別のステンレスの板材においてエッチング技術により板材502の外径、肉厚部502aの外形、ブリッジ502bの外形及び穴502cを加工する。ここで、肉厚部502aの大きさは板材501の肉厚部501aの大きさとほぼ同じである。また、肉厚部502aは板材502に形成された開口の内側に配置されており、ブリッジ502bは肉厚部502aとを連結している。また、ブリッジ502bは、肉厚部502aを蛇行するように板材502の外側部分に連結しているので、肉厚部502aはある程度自由に変位可能である。これにより4つの肉厚部502aを有する板材502が作製される。また、図12に図示される横方向の長さx及び縦方向の長さyの領域は、それを基本単位として金属板の大きさに応じて繰り返し形成されている。

20

【0052】

また、板材503、504は板材502と同じ形状であるので、板材502と同じエッチング用の版を利用して板材503、504を作製する。ここで、板材502～504の厚さは同じである。

30

【0053】

板材501～504を作製した後で、それぞれの肉厚部501a～504aの中心位置が一致するように積層し、板材501～504を拡散接合技術により接合することで、第1フランジ500を作製する。また、板材501～504の穴501c～504cはタップ加工し、第1フランジ500を固定部800に固定するためのネジ穴とする。

【0054】

次に、第1フランジ500の作製手順と同様にして、板材601～604を作製した後で、板材601～604を拡散接合技術により接合することで、第2フランジ600を作製する。また同様に、板材605を作製する。ここで、板材605は、別のステンレスの板材においてエッチング技術により板材605の外径、開口605a及び穴605cを加工することで、4つの開口605aを有する板材605が作製される。板材605は、後述するように、第1フランジ500、第2フランジ600及び連結部材700を接合技術により接合した後で、レーザ溶接などで第2フランジ600の上面に接合される。板材605は、第2フランジ600に固定しないで、他の目的に応じた部品を取り付ける際に挿入されてもよい。

40

【0055】

また、別のステンレスの板材においてエッチング技術により板材701の肉厚部701aの外形及びブリッジ701bの外形を加工する。ここで、図14及び図15では、板材701は、その外周に形成された切り欠き701d及び接続部701eにより枠材701fに僅かに連結された状態になっている。また、図14及び図15に図示される横方向の

50

長さx及び縦方向の長さyの領域は、それを基本単位として金属板の大きさに応じて繰り返し形成されている。ここで、ブリッジ701bは肉薄であり、肉厚部701aをそれぞれ連結している。また、ブリッジ701bは、肉厚部701aを蛇行するように連結しているので、肉厚部701aはある程度自由に変位可能である。

【0056】

また、板材702は板材701と同じ形状であるので、板材701と同じエッチング用の版を利用して板材702を作製する。ここで、板材701、702の厚さは同じである。板材701、702を作製した後で、板材701の肉厚部701aの中心位置と板材702の肉厚部702aの中心位置とが一致するように積層し、板材701、702を拡散接合技術により接合することで、連結部700を作製する。

10

【0057】

上述したように、第1フランジ500、第2フランジ600及び連結部700を作製した後で、それぞれの肉厚部の中心位置が一致するように配置し、拡散接合技術により接合することで、起歪体405を作製する。起歪体405は、各枠部から延長した接続部及び切り欠きにより僅かに連結された状態になっているので、起歪体405を各枠部から簡単に切り離し、単体の起歪体とすることができる。その後、起歪体405の下面（第1フランジ500の下面）に複数の歪みゲージを取り付けると共に、板材605をレーザ溶接などで第2フランジ600の上面に接合することで、歪みゲージ式センサ401が完成する。

【0058】

20

以上説明したように、本実施の形態の歪みゲージ式センサ401では、エッチング技術により加工された複数の板材を拡散接合により接合することで、起歪体5の第1フランジ500、第2フランジ600及び連結部700を作製できる。このように、エッチング技術を用いれば、非常に薄い板材を安価に大量に精度良く加工でき、加工歪みも少なくできる。また、初期コストとしては拡散接合のための金型の初期費用と金属板材のエッチング版代だけでよいので、製造コストを低減できる。従って、製造コストを低減しつつセンサの小型化を図ることができる。

【0059】

また、本実施の形態では、第1フランジ500を構成する板材501～504及び第2フランジ600を構成する板材601～605だけでなく、連結部700を構成する板材701、702もエッチング技術により加工されるので、連結部700を安価に大量に精度良く加工できる。また、第1フランジ500の板材502～504及び第2フランジ600の板材602～604には、肉厚部がブリッジにより連結されており、ブリッジが伸縮（変形）することで、可撓部や連結部の変位の妨げにならないようになっている。また、ブリッジは、作製時の取り扱い中に各部品の相対位置がずれないように確実に連結し、1枚の金属板としての取り扱いを容易にする効果がある。本発明の力検出装置は、検出する力の大きさすなわち定格に応じて全体のサイズを決めればよいが、これ以外に環状の溝の深さ、溝の中心の肉厚部の厚さ及び板厚の寸法により調整が可能である。この場合、板厚の選択やエッチング深さの調整で対応できるので、金型や版の新たな製作は不要なので、新たな初期コストが不要になるという利点がある。

30

40

【0060】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な設計変更が可能なものである。例えば、上述の第1及び第2の実施の形態では、センサの起歪体の構成の一例を示しており、第1フランジ及び第2フランジを構成する板材の枚数や板厚は必要に応じて変更可能である。また、連結体の数は変更可能であり、板材の外形は全て同じである場合に限定されず、用途に合わせて一部の外形を変更してもよい。

【0061】

また、上述の第1及び第2の実施の形態では、検出素子として歪みゲージを備えた歪みゲージ式センサについて説明しているが、歪みゲージはピエゾ抵抗素子であってもよい。

50

また、本発明は、歪みゲージ式センサに限定されず、検出素子として離隔して対向するように配置された一対の電極を備えた静電容量式センサや、検出素子として一対の電極間に配置された感圧抵抗体を備えた抵抗式センサであっても同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。

【図2】図1のA-A線における断面図である。

【図3】歪みゲージの配置を示す図である。

【図4】第1フランジに含まれる板材の構成を示す図である。

10

【図5】第2フランジに含まれる板材及び第2フランジの上面に配置された板材の構成を示す図である。

【図6】第1フランジと第2フランジとを連結する工程を示す図である。

【図7】図1の歪みゲージ式センサの利点を説明する図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。

【図9】図8のA-A線における断面図である。

【図10】第1フランジの構成を示す図である。

【図11】第1フランジに含まれる板材の構成を示す図である。

【図12】第1フランジに含まれる板材の構成を示す図である。

20

【図13】第2フランジに含まれる板材の構成を示す図である。

【図14】連結部の構成を示す図である。

【図15】連結部に含まれる板材の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0063】

1、401 歪みゲージ式センサ

5、405 起歪体

100、500 第1フランジ

111～114、211～214、511～514、611～614 可撓部

121～124 連結体

30

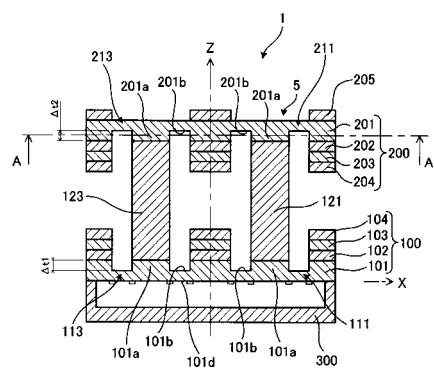
200、600 第2フランジ

300、800 固定部

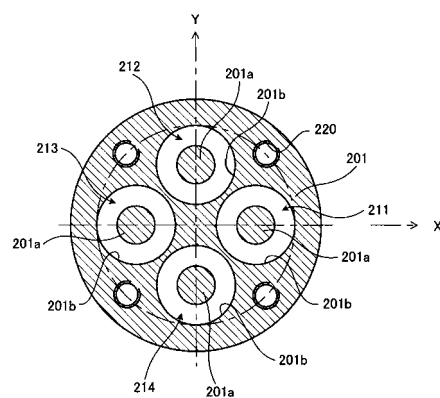
700 連結部

R11～R18、R21～R28、R31～R38、R41～R48 歪みゲージ

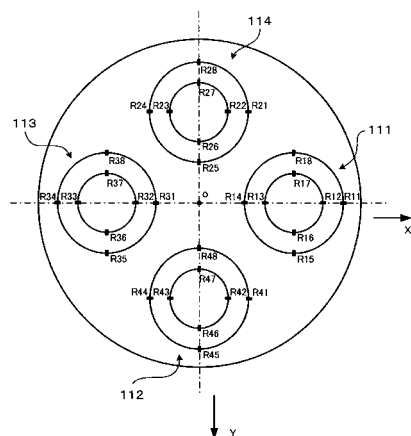
【图 1】



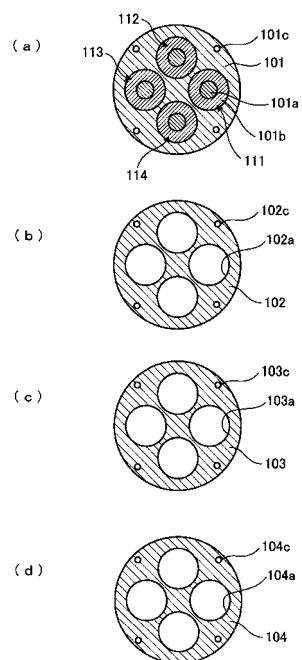
【図 2】



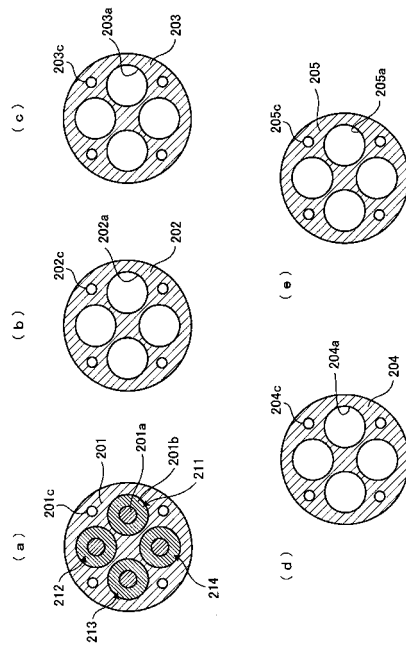
【図 3】



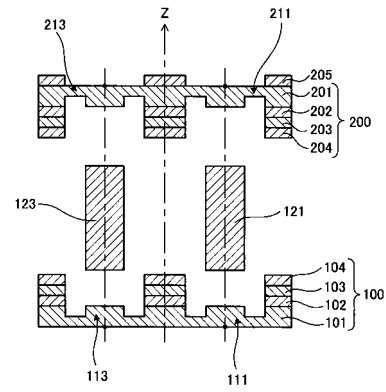
【図 4】



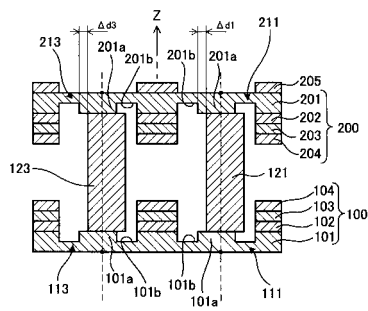
【図 5】



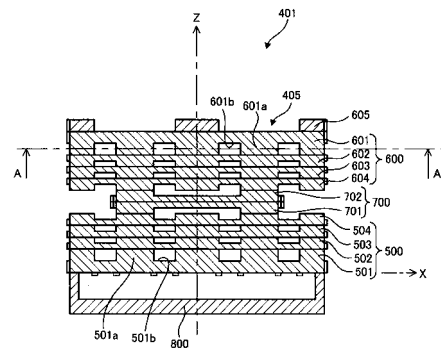
【図 6】



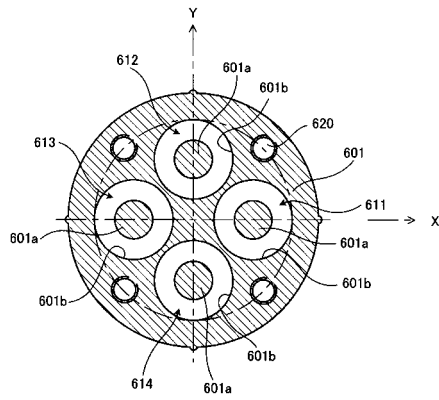
【図 7】



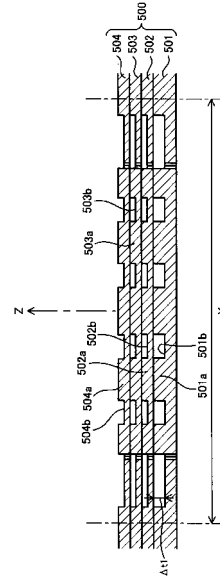
【図 8】



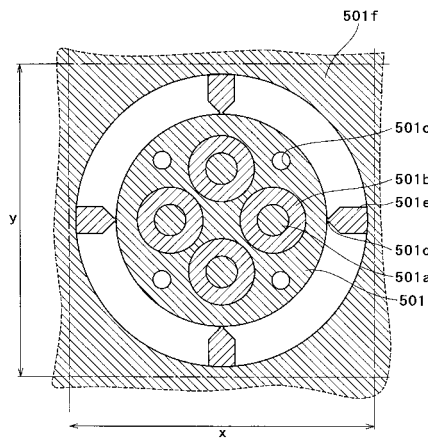
【図 9】



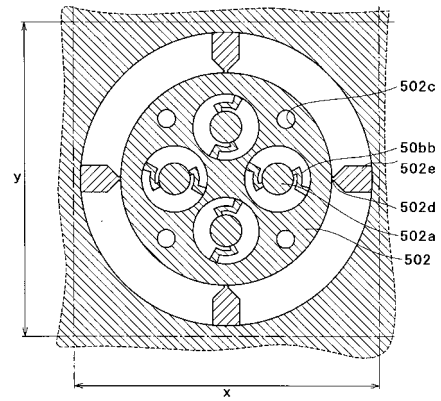
【図 10】



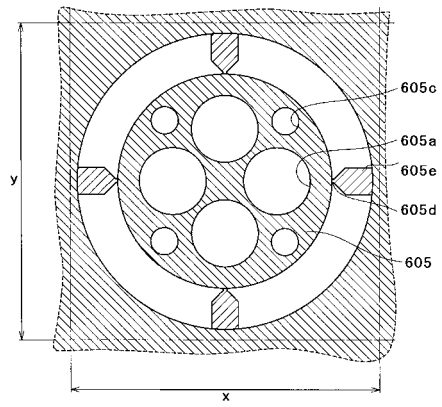
【図 11】



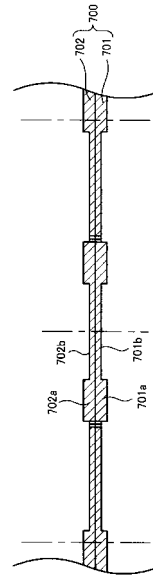
【図 12】



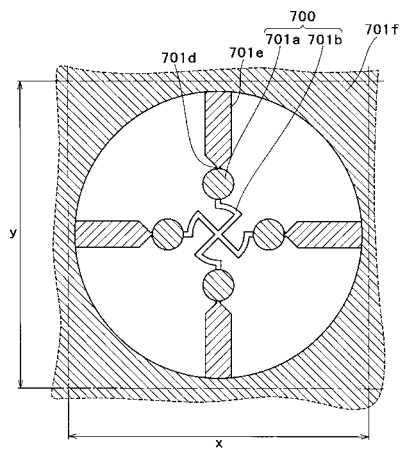
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-135831 (JP, A)
特開平4-204128 (JP, A)
特開2005-31062 (JP, A)
特開2005-172530 (JP, A)
特開2004-85244 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 1/00- 1/26
G01L 5/00- 5/28