

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4691277号
(P4691277)

(45) 発行日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 L	1/00	(2006.01)	GO 1 L	1/00	F
GO 1 L	1/12	(2006.01)	GO 1 L	1/12	
HO 1 F	13/00	(2006.01)	HO 1 F	13/00	E

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2001-208045 (P2001-208045)	(73) 特許権者	591260672 中電技術コンサルタント株式会社 広島県広島市南区出汐2丁目3番30号
(22) 出願日	平成13年7月9日(2001.7.9)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(65) 公開番号	特開2003-21563 (P2003-21563A)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(43) 公開日	平成15年1月24日(2003.1.24)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
審査請求日	平成20年6月11日(2008.6.11)	(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	安福 精一 岡山県岡山市津島中町二丁目1番1号 岡山大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 応力測定装置及び応力測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被応力測定物に近接させる励磁用コイルと検出用コイルとを備え、前記励磁用コイルに励磁用電流を流して被応力測定物を励磁させ、該励磁によって前記検出用コイルに出力電圧を誘起させ、該出力電圧を検出して前記被応力測定物に作用している応力を測定する応力測定装置であって、

2位相信号発生器によって発生させた互いに位相が90°異なる2種類の交流電流を、前記被応力測定物を消磁するための消磁用電流として前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す電流発生手段を備えたことを特徴とする応力測定装置。

【請求項2】

前記励磁用コイルと前記検出用コイルとは、当該コイルの線材の太さと巻数が同一であることを特徴とする請求項1に記載の応力測定装置。

【請求項3】

一对の軸部からなる第1のコアと、これら第1のコアの配列方向に直交して配列された同じく一对の軸部からなる第2のコアとを一体化したコア部材を備え、前記第1のコアに導線を巻回して前記励磁用コイルを構成し、前記第2のコアに導線を巻回して前記検出用コイルを構成することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の応力測定装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかに記載の応力測定装置を用いた応力測定方法であって、前記電流発生手段から消磁用電流を前記励磁用コイル及び前記検出用コイルの各々に流す消磁工

程と、前記電流発生手段から励磁用電流を前記励磁用コイルに流し、前記検出用コイルに出力電圧を誘起させ、該出力電圧を検出して前記被応力測定物に作用している応力を測定する測定工程と、を含むことを特徴とする応力測定方法。

【請求項 5】

前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す前記消磁用電流の電流値をピーク値とした状態で、これら励磁用コイル及び検出用コイルを前記被応力測定物に近接させて前記消磁工程を開始し、電流値を前記ピーク値から漸次減少させていき、該電流値が 0 となった時点で前記消磁工程を終了することを特徴とする請求項 4 に記載の応力測定方法。

【請求項 6】

前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す前記消磁用電流の電流値を 0 とした状態で、これら励磁用コイル及び検出用コイルを前記被応力測定物に近接させて前記消磁工程を開始し、電流値を 0 からピーク値まで漸次上昇させた後に該ピーク値から漸次減少させていき、該電流値が再び 0 となった時点で前記消磁工程を終了することを特徴とする請求項 4 に記載の応力測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、既に構築された構造物を構成している鋼材等に、どの程度の応力が作用しているかを、現場において測定する応力測定装置及び応力測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば、橋梁等の構造物を構成している鋼材について、その鋼材にどの程度の内在応力が作用しているかを定量的に測定することは、その構造物の安全性を評価するうえで必要なことである。

【0003】

被応力測定物としての鋼材の内在応力を測定する方法の一つとして、磁歪応力測定方法が挙げられる。この磁歪応力測定方法は、例えば特開平 5 - 231961 号公報において開示されているように、強磁性体である鋼材に荷重が作用すると磁化特性に異方向性が生じる（荷重作用方向に磁化されやすくなり、荷重作用方向に垂直な方向に磁化されにくくなる）という現象を利用するもので、両方向の磁化特性の差を測定用プローブで測定し、鋼材に作用する内在応力の方向とその大きさを測定しようというものである。すなわち、得られる電圧信号から、それに対応する主応力差を測定する。なお主応力差とは、荷重作用方向の主応力（ 1 ）と、荷重作用方向に垂直な方向の主応力（ 2 ）との差（ 1 - 2 ）である。

【0004】

こうした磁歪応力測定方法においては、応力測定前の消磁が重要な要件となる。消磁を行わずに測定を行った場合（消磁無）と、消磁を行った後に測定を行った場合（消磁有）との感度特性の比較を、図 8 に示す。この図から明らかなように、消磁を行った場合と行っていない場合では、測定精度に大きな差が生じる。そのため、被応力測定物の消磁を行うための手段を有する応力測定装置が、広く用いられている。

【0005】

このような消磁手段を備えた応力測定装置の従来例を、図 5 に示す。この応力測定装置 100 は、装置本体 101 と、装置本体 101 にコード 102 a で連結されている測定用プローブ 102 と、装置本体 101 にコード 103 a で連結されている消磁ヘッド 103 と、を備えている。

【0006】

この応力測定装置 100 の回路構成を、図 6 及び図 7 に示す。これらの図に示すように、応力測定装置 100 は、測定回路部 110 と、消磁回路部 120 とを備えている。測定回路部 110 は、装置本体 101 に設けられた信号発生器 111、測定用増幅器 112 及び同期整流器 115 と、測定用プローブ 102 に設けられた励磁用コイル 113 及び

10

20

30

40

50

検出用コイル114と、を備えた構成となっている。

また、消磁回路部120は、装置本体101に設けられた2位相信号発生器121及び一対の消磁用増幅器122a、122bと、消磁ヘッド103に設けられた一対の消磁用コイル123a、123bと、を備えた構成となっている。

【0007】

この応力測定装置100を用いた応力測定方法においては、先ず消磁工程として、消磁ヘッド103を被測定物である鋼材Sに接近させて、鋼材Sの消磁を行う。すなわち図6に示すように、2位相信号発生器121で、互いに位相が90°異なる2種類の交流電流信号を発生させ、これらの信号を各々消磁用増幅器122a、122bに流して増幅し、増幅された信号を各々消磁用コイル123a、123bに流す。こうすることで、消磁用コイル123aと123bには互いに位相が90°異なった磁界が発生し、鋼材Sは磁化の方向を攪拌されながら励磁され、磁化の方向性は殆ど無くなって消磁される。

10

【0008】

消磁が完了したら、続く測定工程において、鋼材Sの消磁された部分に測定用プローブ102を近接させて、応力測定を行う。すなわち、信号発生器111で交流電流を発生させ、測定用増幅器112で増幅して励磁用コイル113に流す。こうすることで、鋼材Sは励磁され、この励磁によって検出用コイル114に出力電圧が誘起される。この出力電圧は同期整流器115に流れ、ここで検出されるとともに、信号発生器111からの交流電流との間で同期・整流され、応力測定装置100の外部に設けられた出力信号処理部Pに流れ、演算処理されて、主応力差が求められる。

20

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

こういった応力測定装置100では、測定プローブとは別個独立した消磁ヘッドを有しており、また回路部も互いに独立したものとなっていた。そのため、装置構成や回路構成が複雑となり、部品点数も増加して、装置の大型化・重量化を招いていた。

また、計測者は、消磁ヘッドと測定用プローブとを持ち替えなくてはならず、測定現場における作業性は、決して良好なものではなかった。

【0010】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、部品点数を削減し、装置の信頼性・耐久性を高めるとともに、応力測定作業を簡略化して、測定効率及び測定精度の向上を図ることのできる応力測定装置及び応力測定方法を提供すること、を目的とする。

30

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、被応力測定物に近接させる励磁用コイルと検出用コイルとを備え、前記励磁用コイルに励磁用電流を流して被応力測定物を励磁させ、該励磁によって前記検出用コイルに出力電圧を誘起させ、該出力電圧を検出して前記被応力測定物に作用している応力を測定する応力測定装置であって、2位相信号発生器によって発生させた互いに位相が90°異なる2種類の交流電流を、前記被応力測定物を消磁するための消磁用電流として前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す電流発生手段を備えたことを特徴とする。

また本発明は、前記励磁用コイルと前記検出用コイルとは、当該コイルの線材の太さと巻数が同一であることを特徴とする。

40

【0012】

このように、応力を測定するための励磁用コイル及び検出用コイルに、被応力測定物を消磁させるための機能を兼用させるようにしているので、測定用プローブとは別個に消磁ヘッドを設ける必要が無く、部品点数を削減して、装置構成あるいは回路構成を簡易なものとする。

【0014】

このように、2位相信号発生器で2種類の交流電流を発生させるようにしているので、応力測定装置に搭載する信号発生器を一つとでき、回路構成をより簡易なものとする事ができる。また、2種類の交流電流を同一部品で発生させるので、交流電流の波形の歪みや

50

位相のずれを抑制し、より正確に交流電流を発生させることができる。

【0015】

また、本発明は、上述の応力測定装置であって、一对の軸部からなる第1のコアと、これら第1のコアの配列方向に直交して配列された同じく一对の軸部からなる第2のコアとを一体化したコア部材を備え、前記第1のコアに導線を巻回して前記励磁用コイルを構成し、前記第2のコアに導線を巻回して前記検出用コイルを構成することを特徴とする。

【0016】

このように、励磁用コイルと検出用コイルとを一体にしているので、コイル同士の間隔を常に一定に保持したまま消磁及び応力測定をおこなうことができる。

【0017】

また、本発明は、上述の応力測定装置を用いた応力測定方法であって、前記電流発生手段から消磁用電流を前記励磁用コイル及び前記検出用コイルの各々に流す消磁工程と、前記電流発生手段から励磁用電流を前記励磁用コイルに流し、前記検出用コイルに出力電圧を誘起させ、該出力電圧を検出して前記被応力測定物に作用している応力を測定する測定工程と、を含むことを特徴とする。

【0018】

このように、被応力測定物の消磁を行った後に応力の測定を行うようにしているので、非常に高精度の応力測定を行うことができる。

【0019】

また、本発明は、上述の応力測定方法であって、前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す前記消磁用電流の電流値をピーク値とした状態で、これら励磁用コイル及び検出用コイルを前記被応力測定物に近接させて前記消磁工程を開始し、電流値を前記ピーク値から漸次減少させていき、該電流値が0となった時点で前記消磁工程を終了することを特徴とする。

【0020】

このようにすれば、短時間でほぼ確実に被応力測定物の消磁を行うことができる。

【0021】

また、本発明は、上述の応力測定方法であって、前記励磁用コイル及び前記検出用コイルに流す前記消磁用電流の電流値を0とした状態で、これら励磁用コイル及び検出用コイルを前記被応力測定物に近接させて前記消磁工程を開始し、電流値を0からピーク値まで漸次上昇させた後に該ピーク値から漸次減少させていき、該電流値が再び0となった時点で前記消磁工程を終了することを特徴とする。

【0022】

このように、電流値を0とした状態で励磁用コイル及び検出用コイルを被応力測定物に近接させるようにすれば、強力な磁力が発生することによって、応力測定装置が急激に被応力測定物に吸引されるような事態を、未然に防止することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る応力測定装置及び応力測定方法の実施の形態について、図1乃至図4を用いて説明する。

【0024】

この応力計測装置1は、図1に示すように、装置本体2と、装置本体2にコード3aで連結されているプローブ3とを備えている。

【0025】

この応力測定装置1の回路構成を、図3及び図4に示す。この回路は、装置本体2に設けられた2位相信号発生器21、第1増幅器22a、第2増幅器22b及び同期整流器25と、プローブ3に設けられた励磁用コイル24a及び検出用コイル24bと、第2増幅器22bと検出用コイル24bとの間の導通をオン・オフするスイッチ23と、を備えている。これらのうち、2位相信号発生器21、第1増幅器22a及び第2増幅器22bは、電力発生手段20を構成している。また、同期整流器25は、応力測定装置1の外部に設

10

20

30

40

50

けられた出力演算処理部 P と連結している。

【 0 0 2 6 】

2 位相信号発生器 2 1 は、互いの位相が 90° 異なる 2 種類の交流電流を発生させ、これら交流電流のうち的一方を第 1 増幅器 2 2 a に流し、他方を第 2 増幅器 2 2 b に流すものである。これら 2 種類の交流電流は、第 1 増幅器 2 2 a 及び第 2 増幅器 2 2 b で各々増幅された後、スイッチ 2 3 がオンの状態であれば、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b の双方へと流れることができる。スイッチ 2 3 がオフの状態であれば、第 2 増幅器 2 2 b から検出用コイル 2 4 b には、交流電流は流れることができない。

なお、図 3 及び図 4 の例においては、スイッチ 2 3 は装置本体 2 とプローブ 3 との間、すなわちコード 3 a に設けられるようにしているが、設けられる位置は、第 2 増幅器 2 2 b から検出用コイル 2 4 b への導通をオン・オフできる位置であれば、特に限定されるものではない。

10

【 0 0 2 7 】

プローブ 3 には、図 2 に示すようなコア部材 3 0 が設けられている。このコア部材 3 0 は、中心軸線 O を有する略円柱状の基部 3 1 と、基部 3 1 の一端面側から中心軸線 O 方向に突出し、中心軸線 O を取り囲むように配置された 4 本のコア、すなわち一对の軸部からなる第 1 のコア 3 2 a、3 2 b と、同じく一对の軸部からなる第 2 のコア 3 3 a、3 3 b とが一体化されている。これら一对をなす第 1 のコア 3 2 a、3 2 b と、同じく一对をなす第 2 のコア 3 3 a、3 3 b とは、互いの配列方向が直交している。また、これら 4 本のコアは、互いの長さ、体積及び形状が互いに略同一となっている。

20

【 0 0 2 8 】

第 1 のコア 3 2 a、3 2 b、及び第 2 のコア 3 3 a、3 3 b の各々には、導線が巻回され、第 1 コイル 4 1 a、4 1 b と第 2 コイル 4 2 a、4 2 b が各々形成されている。第 1 コイル 4 1 a と第 1 コイル 4 1 b とは、中心軸線 O を挟んで対向しており、励磁用コイル 2 4 a を構成している。また第 2 コイル 4 2 a と第 2 コイル 4 2 b も、中心軸線 O を挟んで対向しており、検出用コイル 2 4 b を構成している。

【 0 0 2 9 】

この応力測定装置 1 を用いた、応力測定方法について説明する。この応力測定方法は、消磁工程と測定工程とを含んでいる。

先ず消磁工程においては、図 3 に示すように、スイッチ 2 3 をオンにしておき、電流発生手段 2 0 から消磁用電流としての 2 種類の交流電流を、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b の各々に流す。すなわち、2 位相信号発生器 2 1 で、互いの位相が 90° 異なる 2 種類の交流電流を発生させ、これら交流電流を第 1 増幅器 2 2 a、第 2 増幅器 2 2 b で各々増幅して、プローブ 3 に流す。このように本消磁工程においては、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b は、従来例において示した消磁用コイルと同様の動作を行う。

30

図 3、及び次の図 4 においては、導通している部分を太線で、導通していない部分を細線で、各々示している。なお、2 位相信号発生器 2 1 からの交流電流は同期整流器 2 5 にも流れるが、本消磁工程においては、同期整流器 2 5 は動作を行わない。

【 0 0 3 0 】

これら 2 種類の交流電流によって、図 2 に示した中心軸線 O 周りに回転する磁界が、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に発生する。これにより、鋼材 S は磁化の方向を攪拌されながら励磁され、磁化の方向性は殆ど無くなって消磁されることとなる。

40

【 0 0 3 1 】

なお図 3 においては、プローブ 3 を鋼材 (被応力測定物) S に近接させている状態を示しているが、消磁工程としては、2 種類の方法がある。

そのうちの第 1 の方法では、消磁用電流を予めピーク値として励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に流しておいて、プローブ 3 を鋼材 S に近接させる。この状態を、消磁工程の開始時点とする。消磁工程開始後は、鋼材 S とプローブ 3 との距離を維持しながら電流値を漸次減少させていき、電流値が 0 となった時点で消磁工程を終了させる。

50

本発明者らの検討によれば、こうすることで、短時間でほぼ確実に鋼材 S の消磁を行うことができる。

【 0 0 3 2 】

一方、第 2 の方法では、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に流す消磁用電流の電流値を 0 として、すなわち電流を流さない状態で、プローブ 3 を鋼材 S に近接させる。この状態を、消磁工程の開始時点とする。消磁工程開始後は、鋼材 S とプローブ 3 との距離を維持しながら、電流値を 0 からピーク値まで漸次上昇させていく。そして、このピーク値から漸次減少させていき、電流値が再び 0 となった時点で消磁工程を終了させる。こうすれば、消磁工程開始時点においては励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b には磁界が発生しないので、プローブ 3 が急激に鋼材 S に吸引されるような事態を未然に防止することができ、作業性は非常に良好なものとなる。

10

【 0 0 3 3 】

次の測定工程においては、図 4 に示すように、スイッチ 2 3 をオフとしておいて、電流発生手段 2 0 からの交流電流のうち、その一方のみを励磁用電流として励磁用コイル 2 4 a に流す。すなわち、2 位相信号発生器 2 1 で 2 種類の交流電流を発生させ、これら交流電流を第 1 増幅器 2 2 a、第 2 増幅器 2 2 b の各々に流すが、第 2 増幅器 2 2 b から検出用コイル 2 4 b への電流は遮断されるようにする。こうすることで、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b は、従来例において示した励磁用コイル及び検出用コイルの各々と同様の動作を行う。

【 0 0 3 4 】

2 位相信号発生器 2 1 で発生させた 2 種類の交流電流のうち一方を、第 1 増幅器 2 2 a で増幅して励磁用コイル 2 4 a に流す。こうすることで、鋼材 S は励磁され、この励磁によって検出用コイル 2 4 b に出力電圧が誘起される。この出力電圧は同期整流器 2 5 に流れ、ここで検出されるとともに、2 位相信号発生器 2 1 からの交流電流との間で同期・整流され、応力測定装置 1 の外部に設けられた出力信号処理部 P に流れ、演算処理されて、主応力差が求められる。

20

【 0 0 3 5 】

本実施形態に係る応力測定装置 1 においては、応力を測定するための励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に、鋼材 S を消磁させるための機能を兼用させるようにしているので、従来のように、測定用プローブとは別個に消磁ヘッドを設ける必要が無く、部品点数を削減して、装置構成あるいは回路構成を簡易なものとする。そのため、応力測定装置 1 の小型化・軽量化に寄与することができる。また、装置の信頼性・耐久性を高めることができる。

30

【 0 0 3 6 】

また、電流発生手段 2 0 は、互いの位相が 90°異なる 2 種類の交流電流を発生させ、これら交流電流を消磁用電流として励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b の各々に流す 2 位相信号発生器 2 1 を含むようにしている。このため、応力測定装置 1 に搭載する信号発生器を一つとでき、回路構成をより簡易なものとしてでき、応力測定装置 1 の小型化・軽量化に更に寄与することができる。また、2 種類の交流電流を同一部品で発生させるので、交流電流の波形の歪みや位相のずれを抑制し、より正確に交流電流を発生させることができ、測定精度の向上を図ることができる。

40

【 0 0 3 7 】

更に、プローブ 3 に、第 1 のコア 3 2 a、3 2 b と、これら第 1 のコア 3 2 a、3 2 b の配列方向に直交して配列された第 2 のコア 3 3 a、3 3 b とを一体化したコア部材 3 0 を備え、第 1 のコア 3 2 a、3 2 b に導線を巻回して励磁用コイル 2 4 a を構成し、第 2 のコア 3 3 a、3 3 b に導線を巻回して検出用コイル 2 4 b を構成するようにしている。このように、励磁用コイル 2 4 a と検出用コイル 2 4 b とを一体にしているため、コイル同士の間隔を常に一定に保持したまま消磁及び応力測定をおこなうことができ、装置の信頼性・耐久性をより高めるとともに、測定精度のさらなる向上を図ることができる。

【 0 0 3 8 】

50

また、応力測定装置 1 を用いた応力測定方法においては、消磁工程の第 1 の方法として、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に流す消磁用電流の電流値をピーク値とした状態でプローブ 3 を鋼材 S に近接させて消磁工程を開始し、電流値をピーク値から漸次減少させていき、0 となった時点で消磁工程を終了するようにしている。このため、短時間でほぼ確実に被応力測定物の消磁を行うことができ、測定効率を向上させることができる。

【0039】

更に、消磁工程の第 2 の方法として、励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b に流す消磁用電流の電流値を 0 とした状態でプローブ 3 を鋼材 S に近接させて消磁工程を開始し、電流値を 0 からピーク値まで漸次上昇させた後にこのピーク値から漸次減少させていき、再び 0 となった時点で消磁工程を終了するようにしている。このため、消磁工程開始時点においては励磁用コイル 2 4 a 及び検出用コイル 2 4 b には磁界が発生しないので、強力な磁力によってプローブ 3 が急激に鋼材 S に吸引されるような事態を未然に防止することができ、応力測定作業の効率が向上するとともに、作業者の負担を著しく軽減させることができる。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明においては、上記の如き構成を採用しているため、部品点数を削減して装置の信頼性・耐久性を高めるとともに、応力測定作業を簡略化して、測定効率及び測定精度の向上を図ることのできる応力測定装置及び応力測定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る応力測定装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 図 1 に示した応力測定装置に備えられる、励磁用コイル及び検出用コイルを示す斜視図である。

【図 3】 図 1 に示した応力測定装置の回路構成を示す図である。

【図 4】 図 1 に示した応力測定装置の回路構成を示す図である。

【図 5】 従来の応力測定装置の一例を示す概略構成図である。

【図 6】 図 5 に示した応力測定装置の回路構成を示す図である。

【図 7】 図 5 に示した応力測定装置の回路構成を示す図である。

【図 8】 消磁の有無による感度特性の違いの一例を示すグラフ図である。

【符号の説明】

- 1 応力測定装置
- 2 装置本体
- 3 プローブ
- 20 電流発生手段
- 21 2位相信号発生器
- 23 スイッチ
- 24a 励磁用コイル
- 24b 検出用コイル
- 25 同期整流器
- 30 コア部材
- 31 基部
- 32a、32b 第1のコア
- 33a、33b 第2のコア
- 41a、41b 第1コイル
- 42a、42b 第2コイル
- P 出力信号処理部
- S 鋼材（被応力測定物）

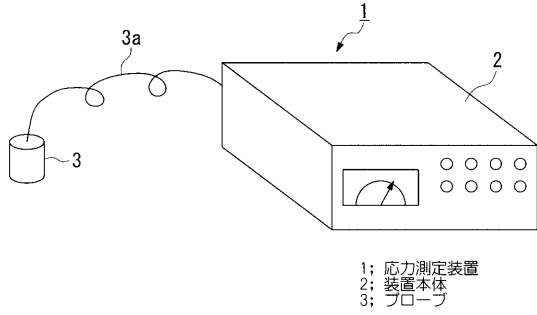
10

20

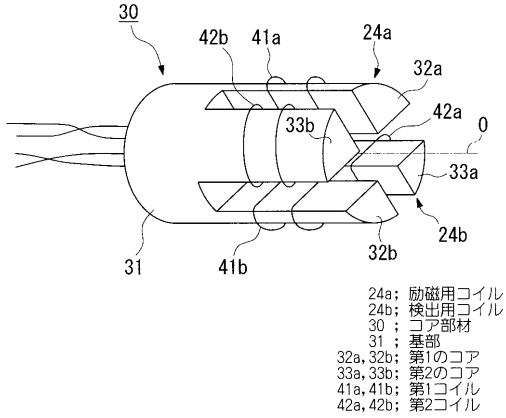
30

40

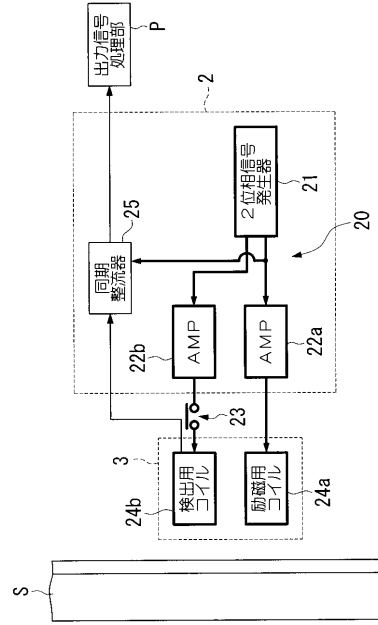
【図1】



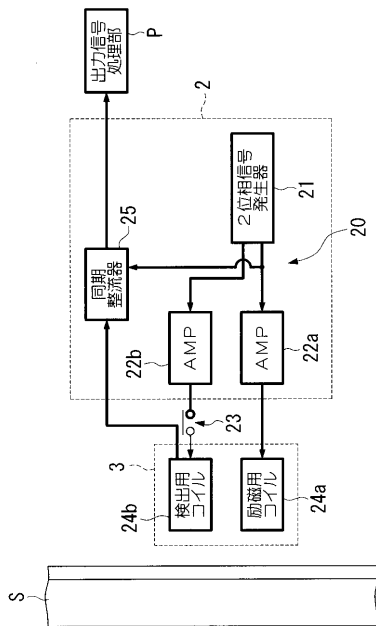
【図2】



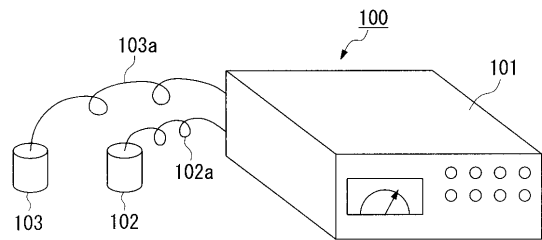
【図3】



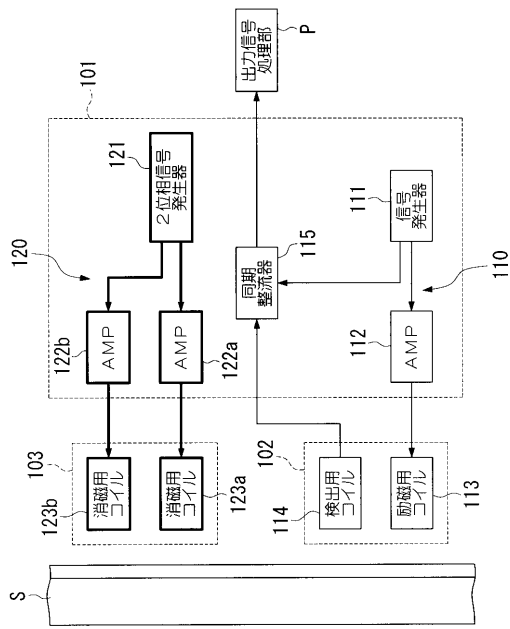
【図4】



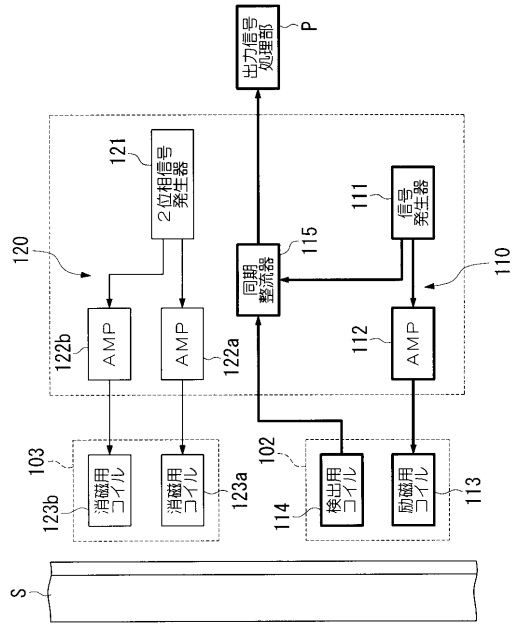
【図5】



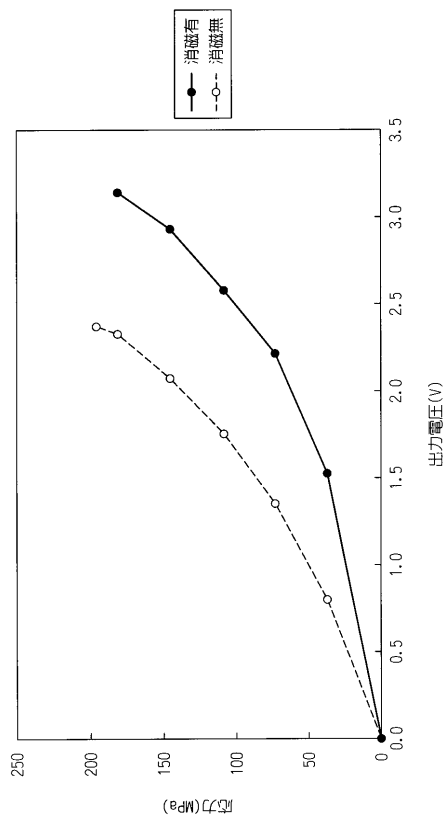
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 池田 誠
広島県広島市南区出汐2丁目3番30号 中電技術コンサルタント株式会社内
- (72)発明者 松岡 敬
広島県広島市南区出汐2丁目3番30号 中電技術コンサルタント株式会社内
- (72)発明者 村井 亮介
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社 広島研究所内
- (72)発明者 岡 俊蔵
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社 広島製作所内
- (72)発明者 勝野 壽男
東京都港区芝五丁目34番6号 三菱重工工事株式会社内

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開昭63-279131(JP,A)
特開昭62-147706(JP,A)
実開平05-061808(JP,U)
実開平6-2185(JP,U)
特開平3-186725(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 1/00
G01L 1/12