

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-112061

(P2014-112061A)

(43) 公開日 平成26年6月19日(2014.6.19)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
<b>GO 1 L</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 L	1/00	G	2 D 1 2 9		
<b>E 2 1 B</b>	<b>17/01</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 L	1/00	M			
<b>GO 1 P</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	E 2 1 B	17/01				
			GO 1 P	15/00	A			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-266678 (P2012-266678)  
 (22) 出願日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(71) 出願人 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都港区港南二丁目16番5号  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (74) 代理人 100118762  
 弁理士 高村 順  
 (72) 発明者 安藤 義人  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内  
 (72) 発明者 大島 明  
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内  
 Fターム(参考) 2D129 AA01 AB01 BA27 CB14

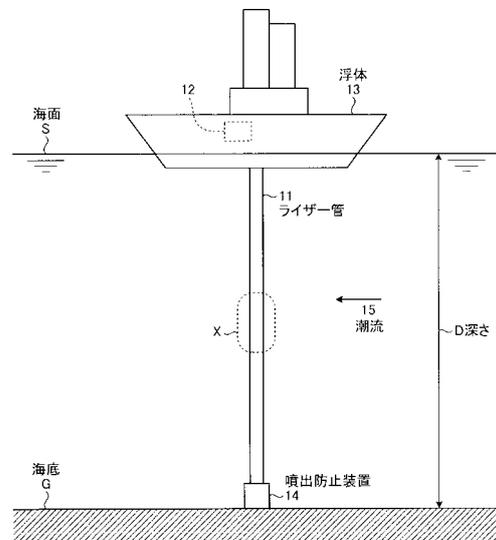
(54) 【発明の名称】 水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム及び方法を提供する。

【解決手段】 海面側から海底側に向かって、延伸してなる水中線状構造物のライザー管 11 と、水中線状構造物に所定間隔を持って、潮流速による加速度を計測する加速度計と、この加速度計により得られた計測データを格納する計測データ格納部と、潮流速・分布をパラメータとした計算を事前実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し、格納するデータベース格納部と、その各位置の加速度計からの計測データから求めた計算結果より、短期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出し、得られた加速度スペクトルを、データベース格納部に格納した加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する出力手段とを具備する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

海面側から海底側に向かって、鉛直方向に複数のパイプを連続して延伸してなる水中線状構造物と、

前記水中線状構造物に所定間隔を持って、潮流速による加速度を計測する加速度計と、この加速度計により得られた計測データを格納する計測データ格納部と、

潮流速・分布をパラメータとした計算を事前実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し、格納するデータベース格納部と、

水中線状構造物の各位置の加速度計からの計測データから求めた計算結果より、短期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出し、

得られた加速度スペクトルを、前記データベース格納部に格納した加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する出力手段と、を具備することを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記加速度計が、所定間隔を持って、ライザー管の継ぎ手に、耐圧容器に保管されて設置されていることを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム。

**【請求項 3】**

海面側から海底側に向かって、鉛直方向に複数のパイプを連続して延伸してなる水中線状構造物の挙動・応力分布推定方法であって、

予め水中線状構造物に対する潮流速・分布をパラメータとした計算を実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し格納するデータベース格納ステップと、

前記水中線状構造物に所定間隔を持って設置された加速度計を用い、潮流速による加速度を計測する計測ステップと、

前記水中線状構造物の各位置の加速度計からの計測データから求めた計算結果より、短期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出する加速度スペクトル算出ステップと、

前記計測により得られた加速度スペクトルを、前記格納されたデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する出力ステップと、

を有することを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム及び方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

洋上のプラットフォーム（石油開発用、科学調査用等）や船舶の下方に長いパイプ等のライザー（以下、「ライザー管」ともいう。）を吊り下げて海底作業を行うための掘削用ライザーや、洋上のプラットフォームへ海底油田から採取した原油を持ち上げるために用いられる生産用ライザー等の水中線状構造物が知られている。このような海底での作業をするためのライザーは非常に細長い構造をしており、ライザーの全長は数千 m に及ぶことがある。

**【0003】**

また、近年では強い潮流が存在する海域でのライザーの運用が増加しつつある。そのため、潮流に起因してライザーから発生する渦による励振力の振動周期とライザーの固有振

10

20

30

40

50

動数とが一致する場合には、ライザーは渦励振 (VIV: Vortex Induced Vibration) することになる。渦励振により励起される振動数 1 ~ 数 Hz 程度の振動に対してライザーが共振した場合には疲労破壊が発生する虞があるため、ライザー全体に互って応力や変位等を計測してライザーの疲労状態を把握する必要がある。

【0004】

ライザーの応力や変位を計測する方法としては、例えば、ライザー管の表面に加速度計や光ファイバー等のセンサを取り付けて海水の流れに対するライザーの応答を計測する方法が提案されている。

【0005】

例えば、ライザー管の表面に予め光ファイバーを接着して敷設しておき、光ファイバーの入射光に対する反射光を受信して、ライザー管に加わる応力を計算するライザー管の応答分布計測システムが開示されている (例えば、特許文献 1 参照)。

10

【0006】

また、ライザーを潮流のある海域で使用する場合、ライザーに作用する流体抵抗を低減することや、ライザーから発生する渦による渦励振を防止することのために、流線型、楕円形または長円形等の断面形状を有するカバー (フェアリング) を設置することが提案されている。

【0007】

例えば、フェアリングがライザー管の周囲を回転して潮流の方向に対し、抵抗のもっとも小さくなる方向にその向きが変化でき、水深方向に全て同じ形状・サイズのを等間隔 (同じ設置間隔) で設置することが開示されている (例えば、特許文献 2 参照)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2012 - 98239 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 7434 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、ライザー管の構造は非常に細長いため海水の流れに対するライザー管各部分の応答のモードは、十数次から百次オーダーの高次の振動モードになる。従って、ライザー管の表面に加速度計を取り付けてライザー管の応答を計測する方法では、多数の計測点が必要となるが、計測用ケーブルの取り回し等の困難さのために数点の計測点しか設けることができない、という問題がある。

30

この結果、ライザー全体に互って応力や変位等を正確に計測することは難しい。

【0010】

そこで、ライザー全体に互って任意の部分での挙動・応力分布を推定する技術の出現が切望されている。

【0011】

本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであって、水中線状構造物での挙動を把握することができる水中線状構造物の挙動・応力分布推定システム及び方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した課題を解決するための本発明の第 1 の発明は、海面側から海底側に向かって、鉛直方向に複数のパイプを連続して延伸してなる水中線状構造物と、前記水中線状構造物に所定間隔を持って、潮流速による加速度を計測する加速度計と、この加速度計により得られた計測データを格納する計測データ格納部と、潮流速・分布をパラメータとした計算を事前に実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し、格納するデータベース格納部と、水中線状構造物の各位置の加速度

50

計からの計測データから求めた計算結果より、短期期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出し、得られた加速度スペクトルを、前記データベース格納部に格納した加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する出力手段と、を具備することを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定システムにある。

【0013】

第2の発明は、第1の発明において、前記加速度計が、所定間隔を持って、ライザー管の継ぎ手に、耐圧容器に保管されて設置されていることを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定システムにある。

【0014】

第3の発明は、海面側から海底側に向かって、鉛直方向に複数のパイプを連続して延伸してなる水中線状構造物の挙動・応力分布推定方法であって、予め水中線状構造物に対する潮流速・分布をパラメータとした計算を実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し格納するデータベース格納ステップと、前記水中線状構造物に所定間隔を持って設置された加速度計を用い、潮流速による加速度を計測する計測ステップと、前記水中線状構造物の各位置の加速度計からの計測データから求めた計算結果より、短期期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出する加速度スペクトル算出ステップと、前記計測により得られた加速度スペクトルを、前記格納されたデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する出力ステップと、を有することを特徴とする水中線状構造物の挙動・応力分布推定方法にある。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、計測した加速度のデータより加速度スペクトルを算出し、加速度スペクトルのデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、その時の挙動・応力分布を出力手段により出力する。これにより、水中線状構造物の応答を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、実施例に係る水中線状構造物の概略構成図である。

【図2】図2は、ライザー管の継ぎ手に設置するセンサの設置状況を示す概略図である。

【図3】図3は、計測データをもとに、データベースをマッチングする手順を示す概説図である。

【図4】図4は、推定方法の工程の一例を示すフローチャートである。

【図5】図5は、計測データと、計算データとを示す概説図である。

【図6】図6は、実施例に係る他の水中線状構造物の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせて構成するものも含むものである。

【実施例】

【0018】

図1は、実施例に係る水中線状構造物の概略構成図である。図2は、ライザー管の継ぎ手に設置するセンサの設置状況を示す概略図である。図3は、計測データをもとに、データベースをマッチングする手順を示す概説図である。図4は、推定方法の工程の一例を示すフローチャートである。図5は、計測データと、計算データとを示す概説図である。図6は、実施例に係る他の水中線状構造物の概略構成図である。

図1に示すように、水中線状構造物は、海面S側から海底G側に向かって、鉛直方向に複数のパイプを連続して延伸してなるライザー管11よりなり、洋上のプラットフォーム

10

20

30

40

50

(石油開発用、科学調査用等)や船舶から水中線状構造物を吊り下げて海底作業を行うための掘削用のライザーや、洋上のプラットフォームへ海底油田から採取した原油を持ち上げるために用いられる生産用ライザー等に適用される。

【0019】

ライザー管11は、例えば20m~数十mのライザー管を複数の直列的に連結した構造を有しており、その全長は数千m(海面Sから海底Gまでの深さD)に達するものである。

【0020】

洋上に浮かぶ浮体13は、海上からライザー管11を海中に配設し、その先端は海底Gに達している。浮体13は、例えば、船舶や洋上のプラットフォームである。ライザー管11として、例えば、掘削用のライザー管では、先端部分で海底Gを掘削する。なお、ライザー管11と海底Gとの境界には噴出防止装置(BOP: Blowout Preventer)14が配設されている。

10

【0021】

図2は、図1中のX部分のライザー管11の拡大した構成図であり、ライザー管11の継ぎ手に設置するセンサの設置状況を示す概略を示している。

図2に示すように、ライザー管11を構成する複数のライザー11a、11b、11c、11d...を各継ぎ手17a、17bを用いて連結している。そして、ライザー11a、11b、11cの下側の継ぎ手17bの一部には耐圧容器18a、18b、18cが設置されている。

20

【0022】

この耐圧容器18a...内には、潮流15(図1参照)によるライザー管11への加速度を計測する加速度計が収納されており、図示しないケーブルで浮体13側の計測・演算手段12に計測データが随時送られている。

ここで、加速度計は、任意の位置におけるライザー管11の各種振動による加速度を計測するものである。

また、データの送信はケーブル以外に、所定間隔に設置された超音波送信によるデータ授受手段を用いるようにしても良い。

【0023】

図3は、加速度計の計測データをもとに、データベースをマッチングする手順を示しており、まず、ライザー管11(11a、11b、11c)の数点(本実施例では3点: a点、b点、c点)で、耐圧容器18a、18b、18c内に設置された加速度計により加速度データを計測する。

30

【0024】

次に、計測データは計測・演算手段12に送られ、ここで、計測データからの各点(3点)の標準偏差を求める。

【0025】

求めた加速度の標準偏差を図3(B)に示す。

この図3(B)に示す標準偏差では、加速度計の間の挙動・応力分布がどのようなものかの推定は不可能である。

40

【0026】

そこで、予め計算していたデータベースとマッチングし、最も近い挙動・応力分布を抽出する。

この抽出した挙動・応力分布の出力を図3(C)に示す。

【0027】

図3(C)に示す結果により、従来のような数点で計測した計測データから、全体の挙動(応力、変位)を推定することが困難であったものが、任意点での挙動を把握することができる。

【0028】

以下、水中線状構造物の数点で計測された挙動データ(加速度、角加速度)を基にした

50

挙動・応力分布を推定する手順を説明する。

図4は、推定方法の工程の一例を示すフローチャートである。以下、図4に示す処理は、全自動で実行しても良いし、オペレータが各工程を実行する装置を操作して実行しても良い。

【0029】

1) データベース格納ステップ

予め水中線状構造物であるライザー管11に対する潮流速・分布をパラメータとした計算を実施し、各計測点での水中線状構造物の加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築し格納する(ステップS11)。

2) 計測ステップ

水中線状構造物に所定間隔を持って設置された加速度計を用い、潮流速による加速度を計測する(ステップS12)。

3) 加速度スペクトル算出ステップ

水中線状構造物の各位置の加速度計からの計測データから求めた計算結果より、短期期間計測した加速度計由来の加速度スペクトルを算出する(ステップS13)。

4) 出力ステップ

この計測により得られた加速度スペクトルを、前記格納されたデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、計測時の水中線状構造物に対する挙動・応力分布を出力する(ステップS14)。

【0030】

具体的には、前記データベースとしては、例えば潮流速・分布をパラメータとした計算を事前に実施し、計測点での加速度スペクトル・挙動・応力分布のデータベースを構築しておく。

【0031】

ついで、浮体13上での計測・演算手段12を用いて、短期間計測した加速度のデータより加速度スペクトルを算出し、加速度スペクトルのデータベースとマッチングさせ、最も近い潮流速・分布を抽出し、その時の挙動・応力分布を出力手段により出力する。

これにより、水中線状構造物の応答を推定することができる。

【0032】

次に、図5に計測データをもとにして、計算データから挙動・応力分布を抽出する一例を示す。

【0033】

1) 加速度計で計測した計測データ $V_m$ と予め複数の条件で計算した計算データ $V_c$ の差分を各計測位置で得る。図5においては、計測データ $V_m$ としては、 $V_{m1}$ 、 $V_{m2}$ 、 $V_{m3}$ とする。また、予め複数の条件で計算した計算データ $V_c$ としては、 $V_{c1(a)} \sim V_{c3(a)}$ 、 $V_{c1(b)} \sim V_{c3(b)}$ 、 $V_{c1(x)} \sim V_{c3(x)}$ とする。

2) そして、各計測位置での $V_m - V_c$ の平均値が最小となる計算データを採用する。

例えば、各差分の平均値が、例えば下記「数1」で示すような場合、最小である計算データである「ケース(a)」の応答分布を採用する。

3) この採用の結果、ケース(a)の応答分布をライザー管11の応答と推定することとする。

この応答は、ライザー管11に生じている例えば加速度や歪、振動の波形(振幅及び周波数)を示している。

これにより、ライザー管11(11a、11b、11c・・・)の各間隔の応答を推定することができ、ライザー管への例えば疲労状態の把握が的確となる。

【0034】

【数1】

$$\sum \{V_{mi} - V_{ci(a)}\} / \sum < \sum \{V_{mi} - V_{ci(b)}\} / \sum < \sum \{V_{mi} - V_{ci(x)}\} / \sum$$

【0035】

10

20

30

40

50

ここで、複数の条件として、「海象気象条件」、「ライザー管 1 1 の仕様条件」、「オペレーション状態条件」等に基づくものであり、計測目的に応じて適宜変更するようにしている。

【0036】

ここで、「海象気象条件」の例としては、1) 波条件 (例えば波高、波周期、波向き等)、2) 風条件 (例えば風速、風向等)、3) 潮流 (海流) 条件 (例えば流速、流向等) を検討することができる。

【0037】

また、「ライザー管 1 1 の仕様条件」の例としては、1) ライザー管 1 1 の寸法 (例えば長さ、外径、内径、重量等)、2) ライザー管 1 1 の剛性 (引張強度、曲げ強度等)、3) 浮力体の有無等を検討することができる。

10

【0038】

また、「オペレーション状態条件」の例としては、1) 掘削状態 (ライザー管 1 1 が海底に設置されている状態)、2) ハングオフ状態 (ライザー管を海底から離して海中で吊り下げている状態)、3) 移動状態 (ハングオフ状態でその海域から移動する状態) 等を検討することができる。

また、これら以外であっても、疲労状態の把握に寄与する条件であれば適宜追加することもできる。

【0039】

図 6 は、実施例に係る他の水中線状構造物の概略構成図である。

20

前述のようにして求めた挙動・応力分布を元に、潮流 1 5 が強い場所 (強潮流 1 5 a) を推定することができることとなる。

【0040】

そして、計測前に固定していたライザー管 1 1 の渦励振 (VIV) を抑制するためフェアリング 2 1 の位置を、浮体 1 3 側の制御装置 2 3 の指令により、ケーブル 2 2 を介して図示しない移動手段等により移動させることにより、ライザー管 1 1 に作用する流体抵抗を低減することができる。

【0041】

この移動は、浮体 1 3 側にライザー管 1 1 の全体を引き上げて実施しても良いが、昇降自在のフェアリング 2 1 を用いる場合には、応力及び変位の大きい部分にフェアリング 2 1 を移動させることで、ライザー管 1 1 に作用する流体抵抗を低減し、ライザー管 1 1 から発生する渦による渦励振 (VIV) を抑制することができる。

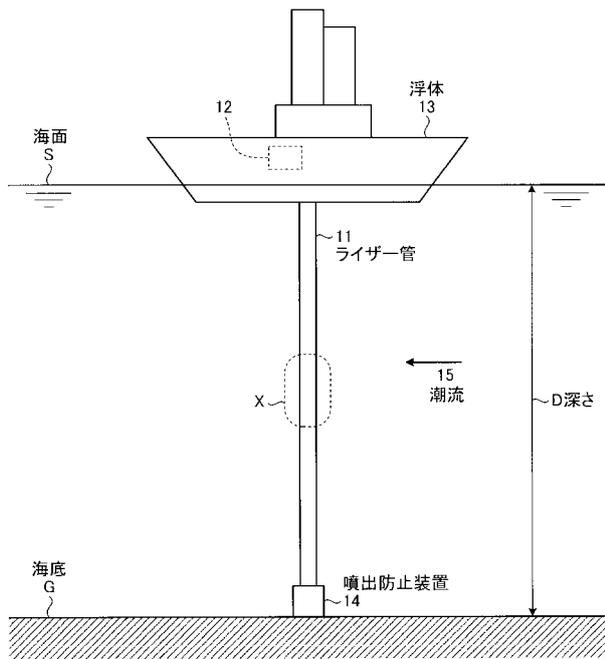
30

【符号の説明】

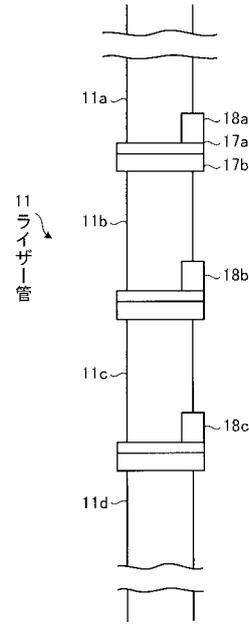
【0042】

- 1 1 ライザー管
- 1 2 計測・演算手段
- 1 3 浮体
- 1 4 噴出防止装置
- 1 5 潮流

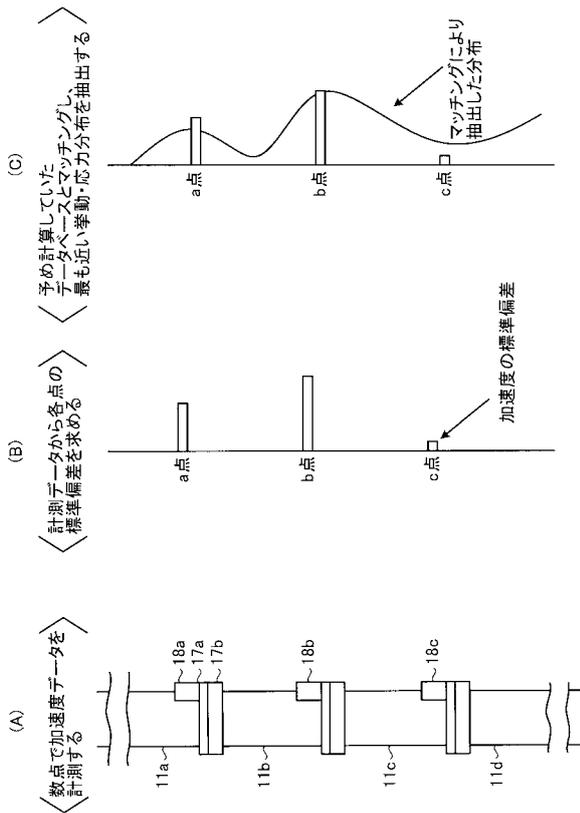
【図1】



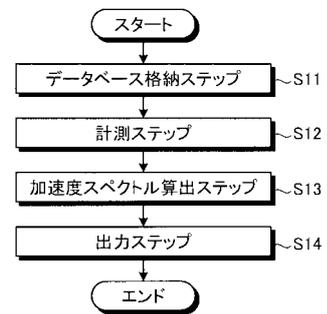
【図2】



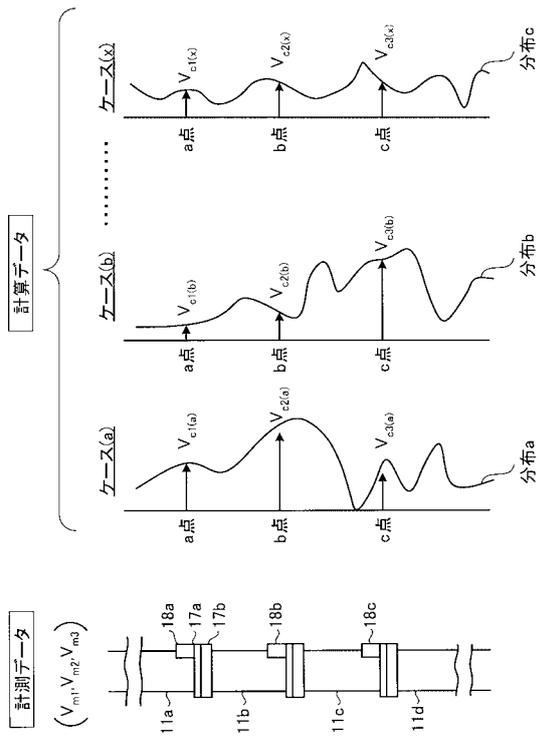
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

