

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3877591号
(P3877591)

(45) 発行日 平成19年2月7日(2007.2.7)

(24) 登録日 平成18年11月10日(2006.11.10)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 F 23/22 (2006.01) GO 1 F 23/22 H
GO 1 N 29/12 (2006.01) GO 1 N 29/12

請求項の数 4 (全 10 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2001-397041 (P2001-397041) | (73) 特許権者 | 000000516 |
| (22) 出願日 | 平成13年12月27日 (2001.12.27) | | 曙ブレーキ工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2003-194615 (P2003-194615A) | | 東京都中央区日本橋小網町19番5号 |
| (43) 公開日 | 平成15年7月9日 (2003.7.9) | (74) 代理人 | 100105647 |
| 審査請求日 | 平成16年9月9日 (2004.9.9) | | 弁理士 小栗 昌平 |
| | | (74) 代理人 | 100105474 |
| | | | 弁理士 本多 弘徳 |
| | | (74) 代理人 | 100108589 |
| | | | 弁理士 市川 利光 |
| | | (74) 代理人 | 100115107 |
| | | | 弁理士 高松 猛 |
| | | (72) 発明者 | 坂井 孝 |
| | | | 東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙 ブレーキ工業株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充填物検知方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子に所定の範囲で周波数が時間的に変化する正弦波の加振用信号を印加して検出手段に充填物が接触することによる周波数特性の時間的変化を観測する充填物検知方法であって、並列接続した固有振動数の異なる複数の前記センサ素子に前記加振用信号を印加した状態で該検出手段に充填物が接触することによる周波数特性の時間的変化を観測することで前記充填物の充填完了とその後の凝結過程を検知することを特徴とする充填物検知方法。

【請求項2】

電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子を有する検出手段と、所定の範囲で周波数が時間的に変化する正弦波の電気信号を繰り返し発生させて加振用信号を生成する加振用信号生成手段と、前記検出手段に前記加振用信号が印加されたときの該検出手段の周波数特性を反映した受信信号を出力する周波数特性反映信号出力手段と、前記周波数特性反映信号出力手段からの受信信号と前記加振用信号生成手段からの加振用信号とを乗算する乗算手段とを具備し、前記検出手段は、並列接続された固有振動数の異なる複数のセンサ素子を有することを特徴とする充填物検知装置。

【請求項3】

前記加振用信号生成手段は、加振用信号の周波数を変化させる範囲を可変する周波数範囲可変手段を具備することを特徴とする請求項2記載の充填物検知装置。

【請求項4】

10

20

前記センサ素子は、圧電素子であることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の充填物検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばプレキャストコンクリートで作られた型枠へのコンクリートの充填状況を検知する充填物検知方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、建築物の構造体には、プレキャストコンクリートで作られた型枠（以下、プレキャストコンクリート型枠と呼ぶ）の内部に鉄筋を配し、そこへコンクリートを充填する方法が採られている。近年、デザインの多様化などからプレキャストコンクリート型枠の形状も複雑になり、その複雑な形状の末端部までコンクリートが正しく充填されているかどうかを非破壊検査で容易に検出することができる方法が望まれている。

【0003】

例えば、現在商品化されている方法として、例えば特開平 10 - 197467 号公報で開示されているものがある。

図 9 は、同公報で開示されたコンクリート充填確認装置の構成図である。この図において、間隔において設けられた電極としての一对のゲージ端子 1 a、1 b と、ゲージ端子 1 a、1 b 間に接続された抵抗器 2 とを有して成り、コンクリートの打設空間に所定の間隔において配設される 3 つの電気抵抗センサ 1 と、各電気センサ 1 のゲージ端子 1 a、1 b 間に一定の電圧を印加する電池 3 と、多点切替スイッチ 4、検出計 5 及びパソコン 6 を有して成り、各電気抵抗センサ 1 の出力を順次電圧に変換して、各電圧値を表示する検出装置 7 とを備えて構成される。

【0004】

そして、打設空間にコンクリートが打設されて各電気抵抗センサ 1 の配置部にコンクリートが充填すると、各電気抵抗センサ 1 の一对のゲージ端子 1 a、1 b がコンクリートに接して湿潤して導通状態となるため、このゲージ端子 1 a、1 b 間の抵抗値が変化する。そして、このときのゲージ端子 1 a、1 b 間の抵抗値の変化が検出装置 7 によって検出される。これにより、この検出結果に基づいてコンクリートの充填状態を把握することができる。

【0005】

更に別な方法として、熱電対をプレキャストコンクリート型枠内に配置して、空気とコンクリートの比熱の違いを利用して温度変化でコンクリートの充填の状態を見分けるようにしたものもある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来のコンクリート充填確認装置にあっては、次のような問題があった。

すなわち、特開平 10 - 197467 号公報で開示されたものにあつては、電極にコンクリートが接触した際の抵抗値の変化は、コンクリートに含まれる水の硬度や周囲温度の影響によって一定しないため、毎回現場で基準値（リファレンス）をとる作業が必要となる。また、センサの特性上、一度コンクリートが接触して湿潤してしまうとその後コンクリートが移動して空洞ができてそれを検知することができない。また、その後の凝固過程までは検知することができず、型枠の脱型時期を正確に把握することができない。

【0007】

また、熱電対を用いて空気とコンクリートの比熱の違いを利用してコンクリートの充填状況を検出する方法にあっては、コンクリートと気温の温度差が小さいとコンクリートの充填状況を正確に検出することができない。特に、海洋に埋設されたような建造物では内部が海水で満たされているため、温度差による検出は困難である。

10

20

30

40

50

【0008】

本発明は係る事情に鑑みてなされたものであり、所定の空間、例えば閉鎖空間及び開放空間であっても充填が目視等によって容易に確認できない空間内へのコンクリート等の充填物の充填状況を正確、且つ、容易に検知することができる充填物検知方法及び装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決する為の手段】

請求項1に係る発明の充填物検知方法は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子に所定の範囲で周波数が時間的に変化する正弦波の加振用信号を印加して検出手段に充填物が接触することによる周波数特性の時間的な変化を観測する充填物検知方法であって、並列接続した固有振動数の異なる複数の前記センサ素子に前記加振用信号を印加した状態で該検出手段に充填物が接触することによる周波数特性の時間的な変化を観測することで前記充填物の充填完了とその後の凝結過程を検知することを特徴とする。

10

【0010】

この方法によれば、電気信号を機械振動に変換するセンサ素子を正弦波の加振用信号によって加振するとともに、その周波数を任意の範囲で変化させることでセンサ素子の周波数特性を検出し、センサ素子にコンクリート等の充填物が接触することで周波数特性が変化することを利用して充填物を検知する。このセンサ素子の周波数特性の変化は、センサ素子の固有振動数付近で感度良く検出することができる。したがって、コンクリートの充填を検知するとき、コンクリートが凝結する過程を検出するときで固有振動数を変えた複数のセンサ素子によって空間内におけるコンクリート充填の検出とその凝結過程を検出することができる。

20

【0011】

また、複数のセンサ素子を並列接続することから、これらのセンサ素子への配線が2本のみで済み、気温やコンクリートの温度、使用している水の硬度などに影響されることがなく、高精度にコンクリートの充填及び凝結過程を検知することができる。また、各センサ素子の振動特性は予め判っているので、現場での基準値の設定が不要である。また、センサ素子の振動周波数特性はセンサ素子に接している物質の比重や粘度などによって変化するので、この変化量を測定すれば、充填された物質が気体なのか、液体なのか、固体なのかを識別することが可能である。さらに、センサ素子に印加する加振用信号の周波数範囲をセンサ素子の固有振動数付近にすることで、物質の種類と状態変化を精度良く測定することができる。

30

【0012】

請求項2に係る発明の充填物検知装置は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するセンサ素子を有する検出手段と、所定の範囲で周波数が時間的に変化する正弦波の電気信号を繰り返し発生させて加振用信号を生成する加振用信号生成手段と、前記検出手段に前記加振用信号が印加されたときの前記検出手段の周波数特性を反映した受信信号を出力する周波数特性反映信号出力手段と、前記周波数特性反映信号出力手段からの受信信号と前記加振用信号生成手段からの加振用信号とを乗算する乗算手段とを具備し、前記検出手段は、並列接続された固有振動数の異なる複数のセンサ素子を有することを特徴とする。

40

【0013】

この構成によれば、固有振動数の異なる複数のセンサ素子を並列接続して成る検出手段に正弦波の加振用信号によって加振するとともに、その周波数を任意の範囲で変化させることでセンサ素子の周波数特性を検出し、センサ素子にコンクリート等の充填物が接触することで周波数特性が変化することを利用して充填物を検知する。このセンサ素子の周波数特性の変化は、センサ素子の固有振動数付近で感度良く検出することができる。また、加振用信号と受信信号を乗算することによって受信信号の振幅を精度良く検出できる。

したがって、コンクリートの充填を検出するとき、コンクリートが凝結する過程を検出するときで固有振動数を変えた複数のセンサ素子によって空間内におけるコンクリート充填の検出とその凝結過程を精度良く検出することができる。

50

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に係る発明の充填物検知装置は、請求項 2 に係る発明の充填物検知装置において、前記加振用信号生成手段は、加振用信号の周波数を变化させる範囲を可変する周波数範囲可変手段を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、周波数範囲を可変できるので、1 つの検出手段で様々な種類の充填物（空気、水、コンクリートなど）の識別が可能となる。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 に係る発明の充填物検知装置は、請求項 2 から請求項 3 のいずれかに係る発明の充填物検知装置において、前記センサ素子は、圧電素子であることを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、センサ素子として圧電素子を利用することによって、安価な充填物検知装置を提供することができる。

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の実施の形態に係る充填物検知装置の構成図である。この図において、本実施の形態に係る充填物検知装置は、同期信号発生器 1 0 と、可変周波数発振器 1 1 と、増幅器 1 2 と、抵抗 1 3 と、圧電スピーカ（検出手段）1 4 と、差動増幅器 1 5 と、4 象限掛け算器 1 6 と、ローパスフィルタ 1 7 とを備えて構成される。この場合、同期信号発生器 1 0 と可変周波数発振器 1 1 と増幅器 1 2 は加振用信号生成手段を構成する。また、抵抗 1 3 と差動増幅器 1 5 は周波数特性反映信号出力手段を構成する。また、4 象限掛け算器 1 6 は乗算手段に対応する。

20

【 0 0 1 9 】

同期信号発生器 1 0 は、可変周波数発振器 1 1 を繰り返し動作させるための同期信号を発生する。可変周波数発振器 1 1 は、周波数が所定の周波数範囲（例えば 1 k H z から 2 0 k H z ）で連続的に変化する正弦波の電気信号を発生する。すなわち、同期信号発生器 1 0 から同期信号が出力される毎に初期周波数（例えば 1 k H z ）から繰り返し正弦波信号を発生する。増幅器 1 2 は、可変周波数発振器 1 1 で発生された正弦波信号を、圧電スピーカ 1 4 を駆動できるレベルまで増幅して出力（この出力を加振用信号 V r と呼ぶ）する。

30

【 0 0 2 0 】

圧電スピーカ 1 4 は圧電素子を使用して成るものであり、電気信号を機械信号に変換して出力する。ここで、図 2 は圧電スピーカ 1 4 の構成図であり、(a) は側面図、(b) は全体の斜視図、(c) は圧電素子の側面図である。圧電スピーカ 1 4 は、固有振動数の異なる 2 つの圧電素子（センサ素子）1 4 a、1 4 b と、発砲ゴム材などのダンピング材 1 4 c とを有して構成され、2 つの圧電素子 1 4 a、1 4 b がダンピング材 1 4 c を介して互いに背を向ける恰好で接合されている。

【 0 0 2 1 】

ダンピング材 1 4 c は、2 つの圧電素子 1 4 a、1 4 b の振動がお互いに影響しないようにするためのものである。圧電素子 1 4 a、1 4 b は、それぞれ圧電セラミックス 2 0 と振動板 2 1 とから構成される。圧電素子 1 4 a は 3 k H z ~ 5 k H z の範囲に固有振動数を持つものであり、圧電素子 1 4 b は 1 0 0 H z ~ 2 k H z の範囲に固有振動数を持つものである。また、圧電スピーカ 1 4 の装置本体への取り付けは図 3 に示すようにセンサ支持部材 2 2 によって行われる。このセンサ支持部材 2 2 には圧電スピーカ 1 4 を支持する 1 つの支持部 2 2 a を有している。

40

【 0 0 2 2 】

なお、図 2 に示す圧電スピーカ 1 4 は、圧電素子 1 4 a、1 4 b がダンピング材 1 4 c を介して互いに背を向ける恰好で接合された張り合わせた形のものであるが、図 4 に示すように、並列に配置させた形のものも考えられる。この場合のセンサ支持部材 2 3 には、圧

50

電素子 14 a、14 b それぞれを支持する支持部 23 a、23 b を有している。

【0023】

図 1 に戻り、抵抗 13 は、増幅器 12 と圧電スピーカ 14 との間に直列に介挿され、その両端には圧電スピーカ 14 に流れる電流に対応する電圧が発生する。圧電スピーカ 14 に流れる電流の振幅と位相は周波数の変化に応じて変化するので、抵抗 13 の両端に現れる電圧は圧電スピーカ 14 の周波数特性を反映したものになる。差動増幅器 15 は、抵抗 13 の両端に発生する電圧を増幅して出力（この出力を受信信号 V_i と呼ぶ）する。4 象限掛け算器 16 は、増幅器 12 から出力される加振用信号 V_r と差動増幅器 15 から出力される受信信号 V_i を乗算することで、これらの信号に対するノイズの影響を除去する。

【0024】

ローパスフィルタ 17 は、4 象限掛け算器 16 の出力信号から以下で説明する $\cos(2t + \theta)$ 分を除去した信号（出力電圧 V_o ）を出力する。この出力電圧 V_o は加振用信号 V_r の周波数変化に対する圧電スピーカ 14 の周波数特性（振幅と位相）を反映した信号になる。このとき、圧電スピーカ 14 の表面に何も接触していないと、図 5 に示すように圧電スピーカ 14 を構成する圧電素子 14 a の持つ固有振動数付近の周波数（4.7 kHz）にピークを持った電圧が現れる。そして、この状態から圧電スピーカ 14 の周りにコンクリートが充填されると、圧電スピーカ 14 を構成する圧電素子 14 a の振動特性が変化して、図 6 に示すようにピーク電圧の位置が 3.3 kHz に変化するとともに、振幅が小さくなる。

【0025】

一方、圧電スピーカ 14 を構成する圧電素子 14 b は、100 Hz ~ 2 kHz の範囲に固有振動数を持つものであるので、コンクリート充填直後は、図 7 に示すように約 3 kHz にピークを持った電圧が現れ、コンクリート凝結終了時には図 8 に示すようにピーク電圧の位置が約 1 ~ 2 kHz に変化するとともに、振幅が小さくなる。このように、ピーク電圧の変化から容易にコンクリートの充填の完了と、その後の凝結過程を検知することができる。

【0026】

上記作動原理を、数式を用いて説明すると以下のようになる。

ここで、 $V_r = A \sin(\omega t + \theta)$ 、 $V_i = B \sin(\omega t + \phi)$ とする。但し、A、B は振幅、 ω は周波数、 θ と ϕ は位相のずれとする。

$$V_r \times V_i = A \sin(\omega t + \theta) \times B \sin(\omega t + \phi) \\ = AB [\cos(\theta - \phi) - \cos(2\omega t + \theta + \phi)] / 2 \quad (1)$$

【0027】

式 (1) の $\cos(\theta - \phi)$ の部分は、位相差に合わせて変化する直流成分であり、ここに受信信号 V_i の振幅成分も含まれる。また、 $\cos(2\omega t + \theta + \phi)$ の部分は、元の加振用信号 V_r と受信信号 V_i の 2 倍の周波数を持つ信号である。必要とする周波数特性の情報は、受信信号 V_i の振幅（大きさ）であるので、式 (1) の $\cos(\theta - \phi)$ のみでよい。したがって、ローパスフィルタ 17 を通過させて $\cos(2\omega t + \theta + \phi)$ の成分を除去すればよい。このようにして出力電圧 V_o には周波数特性が電圧の形で現れる。

【0028】

次に、上記構成の充填物検知装置の動作について説明する。

可変周波数発振器 11 により任意の範囲で周波数の変化する正弦波を発生させる。発生した正弦波信号は、増幅器 12 にて増幅されて加振用電圧 V_r として圧電スピーカ 14 に入力されて機械的振動が発生する。圧電スピーカ 14 に機械的振動が発生すると、抵抗 13 の両端には圧電スピーカ 14 に流れる電流に対応する電圧が発生し、この電圧が差動増幅器 15 で増幅されて受信信号 V_i が出力される。そして、この受信信号 V_i と増幅器 12 から出力される加振用電圧 V_r とが 4 象限掛け算器 16 にて掛け合わされ、その出力がローパスフィルタ 17 にて $\cos(2\omega t + \theta + \phi)$ 成分が除去されて出力電圧 V_o が得られる。

【0029】

10

20

30

40

50

この出力信号 V_o は、加振用信号の周波数変化に対する圧電スピーカ 14 の周波数特性（振幅と位相）を反映した信号になり、圧電スピーカ 14 の表面にコンクリートが接触していないと、圧電スピーカ 14 の持つ固有振動数付近の周波数にピークを持った電圧が現れる（図 5）。そして、この状態で圧電スピーカ 14 の周りにコンクリートが充填されると、圧電スピーカ 14 の振動特性が変化してピーク電圧の位置と大きさが変化する（図 6）。そして、コンクリートが凝結すると、圧電スピーカ 14 の振動特性が変化してピーク電圧の位置と大きさが更に変化する（図 8）。

【0030】

このように、本実施の形態の充填物検知装置によれば、固有振動数の異なる 2 つの圧電素子 14 a、14 b を並列接続して成る圧電スピーカ 14 に正弦波の加振用信号によって加振するとともに、その周波数を任意の範囲で変化させることで圧電素子 14 a、14 b の周波数特性を検出し、圧電素子 14 a、14 b にコンクリートが接触することで周波数特性が変化することを利用してコンクリートを検知する。圧電素子 14 a、14 b の周波数特性の変化は、圧電素子 14 a、14 b それぞれの固有振動数付近で感度良く検出することができる。また、加振用信号 V_r と受信信号 V_i を乗算することによって受信信号 V_i の振幅を精度良く検出できる。

10

【0031】

したがって、コンクリートの充填を検知するときと、コンクリートが凝結する過程を検出するときで固有振動数を変えた 2 つの圧電素子 14 a、14 b によって空間内におけるコンクリート充填の検出とその凝結過程を精度良く検出することができる。

20

【0032】

また、本実施の形態では、圧電スピーカ 14 を構成する 2 つの圧電素子 14 a、14 b を並列接続することから、これらの圧電素子 14 a、14 b への配線が 2 本のみで済み、気温やコンクリートの温度、使用している水の硬度などに影響されることがなく、高精度にコンクリートの充填及び凝結過程を検知することができる。また、圧電素子 14 a、14 b それぞれの振動特性は予め判っているので、現場での基準値の設定が不要である。また、圧電素子 14 a、14 b は安価であり、また増幅器 12、13 や 4 象限掛け算器 16 も安価であることから、装置のコストダウンが図れる。

【0033】

また、圧電素子 14 a、14 b の振動周波数特性はこれらに接している物質の比重や粘度などによって変化するので、この変化量を測定すれば、充填された物質が気体なのか、液体なのか、固体なのかを識別することが可能である。

30

さらに、圧電素子 14 a、14 b に印加する加振用信号 V_r の周波数範囲を圧電素子 14 a、14 b の固有振動数付近にすることで、物質の種類と状態変化を精度良く測定することができる。

【0034】

なお、上記実施の形態では、単一の周波数範囲の正弦波を用いたが、周波数範囲を切り替える周波数範囲切替器（図示略、周波数範囲可変手段に対応する）を設けて、複数の周波数範囲の正弦波を択一的に選択できるようにしてもよい。この場合、可変周波数発振器 11 は、周波数範囲切替器にて切り替えられた範囲の周波数帯で正弦波信号を繰り返し発生させる機能を有することになる。このように、複数の周波数範囲の正弦波を択一的に選択できるようにすることで、プレキャストコンクリート型枠の構造や材質等の物理的な特性に応じて測定に最適な周波数範囲を選択することができ、これによって、より精度の高い測定が可能となる。

40

【0035】

また、上記実施の形態では、2 つの圧電素子 14 a、14 b を用いたが、この個数に限定されるものではなく、3 個以上であっても良い。勿論、それぞれの固有振動数が異なることは述べるまでもない。

また、上記実施の形態では、コンクリートのプレキャストコンクリート型枠等の閉鎖空間内への充填状況の検出について述べたが、他の木製型枠や鋼板で作られた型枠内への充填

50

状況の検出等に使用できることは述べるまでもない。

【 0 0 3 6 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、固有振動数の異なる複数のセンサ素子を並列接続し、それぞれを正弦波の加振用信号によって加振するとともに、その周波数を任意の範囲で変化させてそれぞれの周波数特性を検出し、それぞれに充填物が接触することで周波数特性が変化することを利用して、コンクリート等の充填物を検知するようにしたので、空間内におけるコンクリート等の充填物の充填検出とその凝結過程を精度良く検出することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る充填物検知装置の構成図である。

【 図 2 】 図 1 の充填物検知装置に用いられる圧電スピーカの構成図である。

【 図 3 】 図 1 の充填物検知装置に用いられる圧電スピーカと圧電スピーカの装置本体への取り付けを行うセンサ支持部材を示す図である。

【 図 4 】 図 1 の充填物検知装置に用いられる圧電スピーカと圧電スピーカの装置本体への取り付けを行うセンサ支持部材の他の例を示す図である。

【 図 5 】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にコンクリートが無い場合の出力電圧波形図である。

【 図 6 】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にコンクリートが充填された場合の出力電圧波形図である。

【 図 7 】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内にコンクリートが充填された直後の出力電圧波形図である。

【 図 8 】 図 1 の充填物検知装置での測定結果の一例を示す図で、プレキャストコンクリート型枠内に充填されたコンクリートの凝結終了後の出力電圧波形図である。

【 図 9 】 従来のコンクリート充填確認装置の構成図である。

【 符号の説明 】

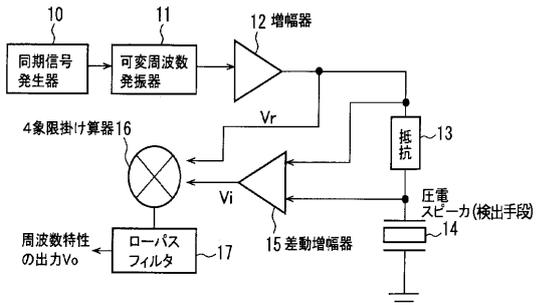
- 1 0 同期信号発生器
- 1 1 可変周波数発振器
- 1 2 増幅器
- 1 3 抵抗
- 1 4 圧電スピーカ（検出手段）
- 1 4 a、1 4 b 圧電素子（センサ素子）
- 1 4 c ダンピング材
- 1 5 差動増幅器
- 1 6 4象限掛け算器
- 1 7 ローパスフィルタ
- 2 0 圧電セラミックス
- 2 1 振動板
- 2 2、2 3 センサ支持部材

10

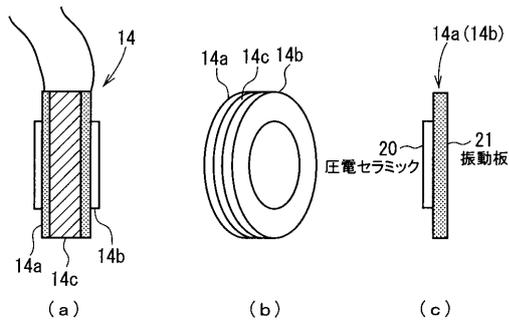
20

30

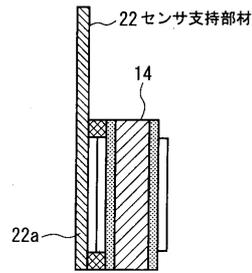
【 図 1 】



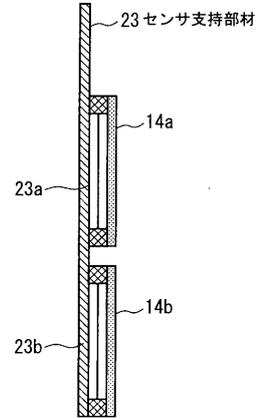
【 図 2 】



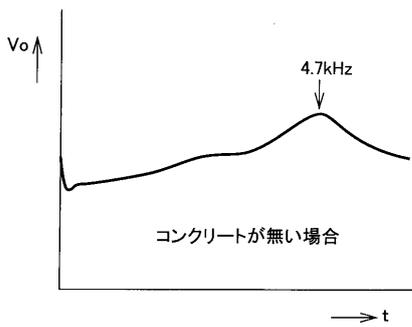
【 図 3 】



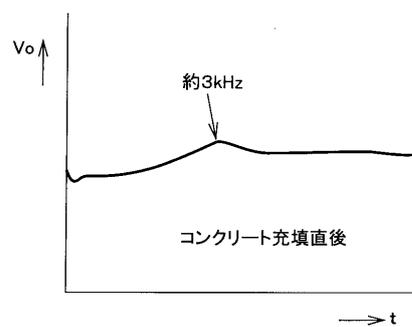
【 図 4 】



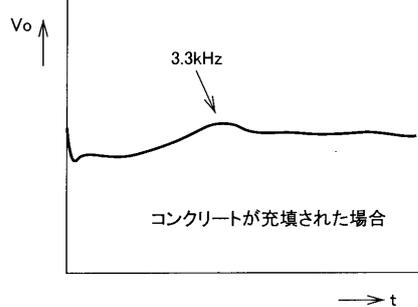
【 図 5 】



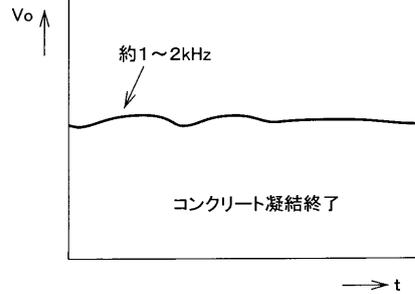
【 図 7 】



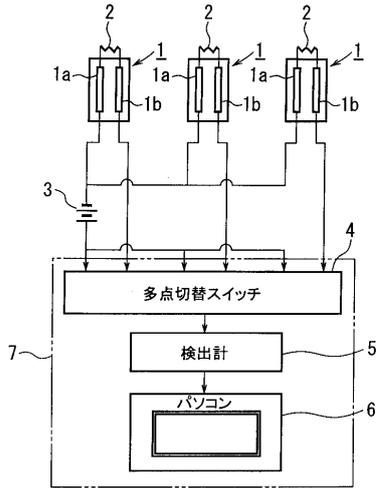
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 稔

東京都中央区日本橋小網町19番5号 曙ブレーキ工業株式会社内

審査官 鈴野 幹夫

(56)参考文献 特開昭59-031417(JP,A)

特開昭59-009015(JP,A)

特開昭62-225949(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 23/22

G01N 29/12