

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7125699号  
(P7125699)

(45)発行日 令和4年8月25日(2022.8.25)

(24)登録日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 N 29/036 (2006.01) G 0 1 N 29/036  
G 0 1 N 29/46 (2006.01) G 0 1 N 29/46

請求項の数 2 (全17頁)

(21)出願番号	特願2017-126317(P2017-126317)	(73)特許権者	593232206 学校法人桐蔭学園 神奈川県横浜市青葉区鉄町1614番地
(22)出願日	平成29年6月28日(2017.6.28)	(73)特許権者	517228490 プロテック株式会社 大阪府大阪市中央区淡路町4丁目7番1号BB第一ビル7F
(65)公開番号	特開2019-7920(P2019-7920A)	(74)代理人	100137589 弁理士 右田 俊介
(43)公開日	平成31年1月17日(2019.1.17)	(74)代理人	100160864 弁理士 高橋 政治
審査請求日	令和2年3月25日(2020.3.25)	(72)発明者	杉本 恒美 東京都町田市小川4丁目18番地21
		(72)発明者	中川 裕 神奈川県川崎市麻生区片平2016-2 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非接触検査システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内容物が充填された軟性容器に対して送波音波を照射する音響発信源と、  
前記送波音波によって加振された前記軟性容器の表面の一部である測定点の振動速度を計測するレーザドップラ振動計と、  
前記レーザドップラ振動計によって計測された前記振動速度を所定の周波数帯域の範囲内において解析する解析装置と、を備え、  
前記解析装置は、  
前記レーザドップラ振動計によって計測された前記振動速度を前記所定の周波数帯域の範囲内において積分することによって振動エネルギー値を算出し、

10

良品である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値を判定基準として、検査対象である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値と比較することによって当該軟性容器に充填された前記内容物から発生した気泡の有無について、前記軟性容器を封止した状態で判定することを特徴とする非接触検査システム。

【請求項2】

検査対象となる前記軟性容器は、紙パック容器であり、  
前記紙パック容器は、紙製の紙部と、前記紙部に空けられた孔をアルミ箔で封止したアルミ箔部と、を含み、  
前記解析装置は、前記レーザドップラ振動計による前記測定点が前記紙部及び前記アルミ箔部のいずれであっても、前記紙パック容器に充填された前記内容物から発生した気泡

20

の有無について判定できる、  
請求項 1 に記載の非接触検査システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触検査システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

内容物が充填された容器を封止した状態で検査する方法が従来から知られている。例えば、金属性の剛性容器である場合、電磁パルスで容器を加振させ、その振動音をマイクロフォンで捕らえ、フーリエ変換を行い、特徴的な共振周波数の選定やエネルギーを導くことにより、非接触で良否を判別することが可能である。

10

【0003】

一方で、軟性容器の欠陥検査法は接触式検査法が未だに主流である。

接触式検査方法の一具体例として、特許文献 1 の検査方法を挙げる。当該検査方法は、紙や合成樹脂等の容器材料を使用して構成した容器の良否を検査するものである。当該検査方法は、容器に押圧部材を押しつけ、この押圧部材の上を振動発生装置で叩き、その時容器に発生する振動を押圧部に取りつけた振動検出器で検出し容器の密閉状態および内容物状態について良否を検査することができる。

【0004】

20

また、特許文献 2 及び特許文献 3 に記載されている検査方法は、アルミ箔によって蓋をした密閉容器に対して、音波を与えて蓋を振動させるとともに蓋にレーザー光を照射し、蓋の振動により変化する反射光の受光光量の変化に基づいて密封容器の気密性の良否又は密閉容器の真空度を判定することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2000 - 329639 号公報

特開平 3 - 627 号公報

特開平 3 - 89132 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載されている検査方法は接触式であるため、検査対象の容器を破損する虞があり、全数検査には向かない。

特許文献 2 や特許文献 3 に記載されている検査方法は非接触式であるものの、フォトダイオード又はラインセンサによって構成されている受光センサでは微細な受光光量の変位を検出することができず、十分な精度で安定的に検査することができない。従って、実用化に足るものではなかった。

【0007】

40

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、内容物が充填された軟性容器に係る良否を非接触に検査可能であり、且つ実用性に優れた非接触検査システム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】

【0008】

本発明者は鋭意検討し、上記課題を解決する方法を見出し、本発明を完成させた。

本発明は次の (i) ~ (vi) を含む。

(i) 内容物が充填された軟性容器に対して送波音波を照射する音響発信源と、前記送波音波によって加振された前記軟性容器の表面の一部である測定点の振動速度を光学的に計測する計測器と、前記計測器によって計測された前記振動速度を所定の周波数帯域の範囲内

50

において解析する解析装置と、を備え、前記解析装置は、良品である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果に基づいて定められる判定基準と、検査対象である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から求められる前記振動速度に係る特性と、を比較して当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定することを特徴とする非接触検査システム。

(ii) 前記解析装置は、前記計測器によって計測された前記振動速度を前記所定の周波数帯域の範囲において積分することによって振動エネルギー値を算出し、良品である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値を前記判定基準として、検査対象である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値と比較することによって当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定する(i)に記載の非接触検査システム。

10

(iii) 前記解析装置は、前記計測器によって計測された前記振動速度が所定の周波数帯域の範囲内において極大値となる周波数であるピーク周波数を一又は複数特定し、良品である前記軟性容器について特定された前記ピーク周波数を前記判定基準として、検査対象である前記軟性容器について特定された前記ピーク周波数と比較することによって当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定する(i)に記載の非接触検査システム。

(iv) 検査対象となる前記軟性容器は、前記測定点を有する部材の材質又は厚さのうち少なくとも一方が不均一である(ii)又は(iii)に記載の非接触検査システム。

(v) 前記解析装置は、良品である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から、前記所定の周波数帯域の範囲内において前記振動速度が極大値となる周波数であるピーク周波数を特定し、特定した前記ピーク周波数と当該ピーク周波数における前記振動速度と、を関連付けて前記判定基準として定め、検査対象である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から前記判定基準として定められている前記ピーク周波数における前記振動速度を特定し、特定した前記振動速度と当該ピーク周波数に関連付けた前記振動速度とを比較して前記内容物の粘度について良否を判定する(i)に記載の非接触検査システム。

20

(vi) 前記測定点は前記軟性容器の上面を除く面に含まれており、前記内容物は、比重の異なる複数の物体が分離して構成されており、前記解析装置は、前記内容物のうち比重の大きい物体の粘度について良否を判定する(v)に記載の非接触検査システム。

【0009】

30

本発明者による検証により、内容物が充填された軟性容器に対して送波音波を照射して加振し、軟性容器の表面に係る振動速度を光学的に計測して所定の周波数帯域の範囲内において解析すると、良品と不良品とでは振動速度に係る特性について明らかな相違が認められるとの知見に想到した。

本発明は、上記の知見に基づいて軟性容器又は軟性容器に充填された内容物に係る良否を非接触に検査することができる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、内容物が充填された軟性容器に係る良否を非接触に検査可能であり、且つ実用性に優れた非接触検査システムが提供される。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】非接触検査システムの構成を示す説明図である。

【図2】実施例において用いられる紙パック容器の模式図である。

【図3】(a)は、気泡が無視できる程に小さい紙パック容器に係る振動速度の計測結果を示す説明図であり、(b)は、2ミリリットルの気泡を充填した紙パック容器23に係る振動速度の計測結果を示す説明図である。

【図4】計測器による測定点がアルミ箔部である場合における算出結果を示す説明図である。(a)は、紙部の下に気泡が存在する場合の解析結果であり、(b)は、アルミ箔部の下に気泡が存在する場合の算出結果である。

50

【図5】計測器による測定点が紙部である場合における算出結果を示す説明図である。(a)は、紙部の下に気泡が存在する場合の解析結果であり、(b)は、アルミ箔部の下に気泡が存在する場合の算出結果である。

【図6】各サンプルにおける計測器の測定結果を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。なお、すべての図面において、同様の構成要素には同一の符号を付し、適宜に説明を省略する。

【0013】

<本発明の構成について>

本発明の構成について説明する。

図1は、本発明の実施形態の非接触検査システム(以下、「検査システム」と略記する場合がある)10の構成を示す説明図である。はじめに、検査システム10の概要について説明する。

【0014】

音響発信源11は、内容物が充填された軟性容器20に対して送波音波を照射する。

計測器(測定器)13は、送波音波によって加振された軟性容器の表面の一部である測定点の振動速度を光学的に計測する。

解析装置151は、計測器13によって計測された振動速度を所定の周波数帯域の範囲内において解析する。解析装置151は、良品である軟性容器20に対する計測器13の計測結果に基づいて定められる判定基準と、検査対象である軟性容器20に対する計測器13の計測結果から求められる振動速度に係る特性と、を比較して検査対象である軟性容器20又はこれに充填された内容物に係る良否を判定することを特徴とする。

計測器13は、軟性容器20の表面の印刷色により可視領域の波長吸収による影響が考慮されうる。よって、計測器13の光学測定領域は可視領域に留まらず、近赤外領域から遠赤外領域までを対象を含めてよい。

【0015】

軟性容器20は、少なくとも一面が可撓性を有するフィルムやシート等によって構成されている容器である。軟性容器20の例には、磁性体(アルミ箔、アルミ蒸着)を使用している容器、紙容器、プラスチック容器(ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン)等が含まれる。

本発明に係る検査システム10は、ライン生産を行う工場等において実用されることを目的とするため、ベルコトンペア等により検査位置に移動してくる多量の軟性容器20を順次検査することを前提として以下の実施形態を説明する。

なお、本発明に係る検査システム10は、上記のように動的な軟性容器20のみを検査対象とするに限られず、静止した軟性容器20を検査対象とする場合にも適用可能である。また、本発明に係る検査システム10は、軟性容器20に該当する容器を検査対象とするのみならず、剛性容器を検査対象にできる場合がある。

【0016】

以下の説明において、解析装置151が判定基準を定めるために用いられる良品サンプルとしての軟性容器20は良品容器21と呼称し、検査対象である軟性容器20は検査対象容器22と呼称して、互いを区別する。また、単に軟性容器20と述べる場合には、良品容器21及び検査対象容器22の概念を包含する意味合いをもちうる。

【0017】

検査システム10は、温湿度センサ161、タイミングセンサ162、任意波形発生装置17及びアンプ19を更に有している。

コンピュータ15は、解析装置151に加えて制御装置152を含んでおり、制御装置152によって任意波形発生装置17を制御して、所望の周波数の音波を音響発信源11から発生させる。温湿度センサ161は、検査位置の温度及び湿度を検知するセンサである。タイミングセンサ162は、検査位置に移動してくる軟性容器20を検知して送波音

10

20

30

40

50

波 1 2 を送出するタイミングを決定するためのセンサである。

計測器 1 3 は、任意波形発生装置 1 7 が発生するトリガ信号に制御装置 1 5 2 を同期させて計測する。

【 0 0 1 8 】

以下、検査システム 1 0 について更に詳細に説明する。

【 0 0 1 9 】

音響発信源 1 1 から軟性容器 2 0 へ照射される送波音波 1 2 は、測定面に均一に当たる平面波が好ましく、周波数特性としては 1 ~ 2 0 k H z 程度でフラットなものが好ましい。ただし、測定面の特性によっては超音波領域を出力できる高周波用の音源を使用することもある。なお、可聴音領域を使用する場合、音響発信源 1 1 から軟性容器 2 0 の測定面

10

までの距離は任意であるが、4 0 0 ミリメートル以上が望ましい。  
音響発信源 1 1 として用いるスピーカの設置数は、単一又は複数のいずれでもよい。また、当該スピーカは平面型、コーン型、ドーム型、ホーン型、リボン型等から適宜選択可能である。

【 0 0 2 0 】

送波音波 1 2 の音圧はアンプ 1 9 で選択的に変動させることが可能であり、軟性容器 2 0 に適した音圧レベル（デシベル：d B）を選択すればよい。後述する実施例で用いたサンプルについては、大凡 9 0 ~ 1 0 0 d B の音圧を加えることによって、適切に軟性容器 2 0 を加振させることが可能となる。

送波音波 1 2 に印加される周波数は単一周波数でもよく又は複合周波数でもよく、軟性容器 2 0 に適した周波数を選択すればよい。送波音波 1 2 を出力する時間については、検査速度と検査体移動速度等を考慮に入れた上で、軟性容器 2 0 に適した時間を選択すればよい。

20

【 0 0 2 1 】

計測器 1 3（測定器）は、送波音波 1 2 により加振された軟性容器 2 0 の振動を光学的に計測する手段である。本実施形態に用いられる計測器 1 3 は、軟性容器 2 0 の表面の振動速度を非接触で測定できるものであれば特に限定されず、レーザ変位計を用いることができ、レーザドップラ振動計であることが好ましい。計測器 1 3 による計測結果は解析装置 1 5 1 で解析するために用いられる。

ここでレーザドップラ振動計とは、ドップラー効果に基づく光学的な振動測定装置であり、対象となる表面（測定点）から反射したレーザに生じる周波数変化を感知して、当該表面における振動速度を高精度に測定することができる。

30

【 0 0 2 2 】

計測器 1 3 から軟性容器 2 0 までの距離は、計測器 1 3 の焦点が合うように設定されることが望ましい。軟性容器 2 0 の製造によるばらつきで容器の寸法が若干変動するが、レーザドップラ振動計を用いた場合には焦点深度が深い（ $\pm 3 0$  mm）ので、レーザドップラ振動計 1 3 の焦点深度以内であれば軟性容器 2 0 の寸法誤差は許容される。また、レーザドップラ振動計において回帰反射率を測定することで、焦点が合わない状態を把握し、回帰反射率に応じた補正を行うことも可能である。

【 0 0 2 3 】

計測器 1 3 には、1 回の計測で 1 点を測定点とする振動計測が可能なシングルレーザタイプのレーザ振動計を用いることも可能であり、スキャニングレーザタイプのレーザ振動計を用いて、或いはシングルレーザタイプのレーザ振動計を用いてラスタスキャン装置（図示せず）を外部に設けて 1 回の計測で複数点を測定点とすることも可能である。

40

計測器 1 3 による計測時間は、送波音波 1 2 に印加される周波数の組み合わせ及び送波音波 1 2 を出力する時間等を考慮に入れ、最適なものを選択すればよい。

【 0 0 2 4 】

計測器 1 3 の受光部（図示せず）には、軟性容器 2 0 の表面で反射した観察波 1 3 1 のほか、音響発信源 1 1 が発する送波音波 1 2 の一部である直接音波と、軟性容器 2 0 の表面で送波音波 1 2 が反射した反射音波とが入射する。

50

計測器 13 に入射する直接音波および反射音波は、計測器 13 を不要に振動させ、軟性容器 20 の振動を検出する感度を低下させる要因になりうる。また、直接音波や反射音波が軟性容器 20 の周囲に存在する種々の部材において反射することによって生じる多重反射波が計測器 13 に到達することも振動検出の感度を低下させる要因になりうる。

従って、直接音波、反射音波および多重反射波の影響を低減させる対策（以下、ノイズ対策と称する）を施して、軟性容器 20 の振動計測を行うことが好ましい。例えば、音響発信源 11、計測器 13 等の配置を適宜選択することによって、ノイズ対策となりうる。また、不図示の遮音カバーを検査位置の周辺に適宜設けることによって、ノイズ対策となりうる。また、ノイズが重畳する周波数帯域やレベルが事前に分かっている場合には、計測器 13 の計測結果に重畳しているノイズをソフト的に又はハード的に除去する処理によって、ノイズ対策となりうる。なお、このノイズを除去処理する主体は、計測器 13 であってもよく、コンピュータ 15（解析装置 151）であってもよい。

10

#### 【0025】

解析装置 151 は、本発明に係る解析処理を行うことができるものであれば特に限定されず、本実施形態の検査システム 10 を実現するプログラムが格納された汎用コンピュータを用いることができる。

検査対象となる軟性容器 20 は、検査位置周辺の温度又は気圧によって状態が変化するため、解析装置 151 は、温湿度センサ 161 の検知結果に基づいて温度補正係数を計測器 13 の測定結果に乗じて解析してもよい。

#### 【0026】

本実施形態における解析装置 151 が実行する解析処理は、検査対象容器 22 の種別や良否を判定する内容によって異なりうる。例えば、以下の 3 通りの解析処理を解析装置 151 は実行可能である。

20

#### 【0027】

第 1 の解析処理において、解析装置 151 は、計測器 13 によって計測された振動速度を所定の周波数帯域の範囲において積分することによって振動エネルギー値を算出する。そして、解析装置 151 は、良品容器 21 について算出された振動エネルギー値を判定基準として、検査対象容器 22 について算出された振動エネルギー値と比較することによって検査対象容器 22 又は検査対象容器 22 に充填された内容物に係る良否を判定する。

当該解析処理については、後述する第 1 の実施例において詳細に説明する。

30

#### 【0028】

第 2 の解析処理において、解析装置 151 は、計測器 13 によって計測された振動速度が所定の周波数帯域の範囲内において極大値となる周波数であるピーク周波数を一又は複数特定する。そして、解析装置 151 は、良品容器 21 について特定されたピーク周波数を判定基準として、検査対象容器 22 について特定されたピーク周波数と比較することによって検査対象容器 22 又は検査対象容器 22 に充填された内容物に係る良否を判定する。

当該解析処理については、後述する第 2 の実施例において詳細に説明する。

#### 【0029】

第 3 の解析処理において、解析装置 151 は、良品容器 21 に対する計測器 13 の計測結果から、所定の周波数帯域の範囲内において振動速度が極大値となる周波数であるピーク周波数を特定し、特定したピーク周波数と当該ピーク周波数における振動速度と、を関連付けて判定基準として定める。そして、解析装置 151 は、検査対象容器 22 に対する計測器の計測結果から判定基準として定められているピーク周波数における振動速度を特定し、特定した振動速度と当該ピーク周波数に関連付けた振動速度とを比較して検査対象容器 22 の内容物の粘度について良否を判定する。

40

当該解析処理については、後述する第 3 の実施例において詳細に説明する。

#### 【0030】

後述する実施例に即していえば、検査位置に軟性容器 20 が移動してから解析装置 151 による解析結果が出力されるまでの時間を、30 ミリ秒以内とすることが可能であり、極めて高速に検査を進行することができる。

50

## 【 0 0 3 1 】

任意波形発生装置 1 7 は、タイミングセンサ 1 6 2 による検知を受けた制御装置 1 5 2 からの指令によって所定の波形の送波音波 1 2 を音響発信源 1 1 から発生させる装置である。また、制御装置 1 5 2 は、アンプ 1 9 を制御し、音響発信源 1 1 から出力される送波音波 1 2 の音圧を適宜調整する。言い換えると、制御装置 1 5 2 は、音響発信源 1 1 から出力される送波音波 1 2 の出力タイミング、音圧及び周波数を制御する手段である。

任意波形発生装置 1 7 には、バースト波を発生可能な市販のファンクションジェネレータ、およびチップ CPU 制御、パーソナルコンピュータによるソフト制御出力等を用いることができる。アンプ 1 9 に用いられる機器は特に限定されず、例えば、市販のオーディオアンプを用いることができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

< 第 1 の実施例 >

続いて、検査システム 1 0 を用いた第 1 の実施例について説明する。

まず、本実施例において軟性容器の一具体例として用いられる紙パック容器 2 3 の模式図を図 2 に示す。紙パック容器 2 3 は、主に紙製の軟性容器 2 0 であり、その形状は略六面体である。紙パック容器 2 3 の上面は、紙製の紙部 2 3 1 と、紙部 2 3 1 に空けられた円孔をアルミ箔で封止したアルミ箔部 2 3 2 と、を含む。

## 【 0 0 3 3 】

その内部を内容物で充満させた紙パック容器 2 3 (気泡が無視できる程に小さい)に対して、500 Hz から 10000 Hz までを印加周波数とする送波音波 1 2 を照射して加振し、アルミ箔部 2 3 2 にレーザ光を照射して振動速度を計測した結果を図 3 ( a ) に示す。

20

また、上記と同様の内容物と 2 ミリリットルの気泡を充填した紙パック容器 2 3 (気泡が 2 ミリリットル)に対して、500 Hz から 10000 Hz までを印加周波数とする送波音波 1 2 を照射して加振し、アルミ箔部 2 3 2 にレーザ光を照射して振動速度を計測した結果を図 3 ( b ) に示す。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 ( a ) と図 3 ( b ) とを比較すると、双方の間には明らかな振動速度差があることがわかる。これにより、内容物を充填して封止する際に、紙パック容器 2 3 の内部に想定外の気泡が混入する、又は紙パック容器 2 3 の封止後に内容物の状態が変化することによってガスが発生する等の不良発生を、検査システム 1 0 によって検査することができることが分かる。或いは、内容物の状態が変化することによって当該内容物の粘度が変化することにより生じる不良発生も振動速度差に表れることが想定されるため、検査システム 1 0 はこのような不良発生についても検査できる。

30

一方、図 3 ( a ) と図 3 ( b ) から、振動速度の極大値を示すピーク周波数が複数検出されることから、紙パック容器 2 3 を製造する際における成形のばらつきや内容物のばらつき等を考慮すると、検出されたピーク周波数のみに基づいて良品不良品の差異を導くことは困難であるとも考えられる。

## 【 0 0 3 5 】

上述した見知に基づき、本実施例に係る解析装置 1 5 1 は、所定の周波数帯域における振動エネルギー値 (VE: Vibration Energy) を算出し、その算出結果から検査対象容器 2 2 である紙パック容器 2 3 に係る良否を解析する方式を採用する。

40

振動エネルギー値は、以下の式 ( 1 ) により算出することができる。なお、式 ( 1 ) において PSD とは、パワースペクトル密度 (Power Spectral Density) を意味し、解析装置 1 5 1 によって解析される周波数帯域の最小単位 (バンド幅) における振動速度に比例する。

## 【 数 1 】

50

$$VE = \int_{f_1}^{f_2} PSD * df \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

## 【 0 0 3 6 】

図 4 と図 5 に、5 0 0 H z から 1 0 0 0 0 H z までにおける振動エネルギー値を算出した結果を示す。

図 4 は、計測器 1 3 による測定点がアルミ箔部 2 3 2 である場合における解析装置 1 5 1 の算出結果を示すものである。図 4 ( a ) は、紙部 2 3 1 の下に気泡が存在する場合の算出結果であり、図 4 ( b ) は、アルミ箔部 2 3 2 の下に気泡が存在する場合の算出結果である。図 5 は、計測器 1 3 による測定点が紙部 2 3 1 である場合における解析装置 1 5 1 の算出結果を示すものである。図 5 ( a ) は、紙部 2 3 1 の下に気泡が存在する場合の算出結果であり、図 5 ( b ) は、アルミ箔部 2 3 2 の下に気泡が存在する場合の算出結果である。

サンプル A ~ C は、いずれも気泡が無視できる程に小さい紙パック容器 2 3 に対する算出結果を示している。また、サンプル D は、気泡が 0 . 5 ミリリットルの紙パック容器 2 3 に対する算出結果を示しており、サンプル E は、気泡が 2 ミリリットルの紙パック容器 2 3 に対する算出結果を示している。

なお、図 4 と図 5 の説明において、サンプル A ~ C は良品サンプルとして扱い、サンプル D とサンプル E は不良品サンプルとして扱う。また、図 4 と図 5 に図示される破線は、良品サンプル ( サンプル A ~ C ) に係る振動エネルギー値の平均値を示している。

## 【 0 0 3 7 】

また、図 4 ( a ) にプロットしている算出結果を表 1 に、図 4 ( b ) にプロットしている算出結果を表 2 に、図 5 ( a ) にプロットしている算出結果を表 3 に、図 5 ( b ) にプロットしている算出結果を表 4 に、それぞれ示す。

【表 1】

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD	サンプルE
算出結果 [(m/s)^2]	3.627	7.614	5.883	11.815	60.971

【表 2】

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルE
算出結果 [(m/s)^2]	3.627	7.614	5.883	444.399

【表 3】

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD	サンプルE
算出結果 [(m/s)^2]	6.358	7.245	7.630	29.472	80.860

【表 4】

	サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルE
算出結果 [(m/s)^2]	6.358	7.245	7.630	405.146

## 【 0 0 3 8 】

図 4 と図 5 又は表 1 ～ 表 4 に示した算出結果により、薄膜で揺れやすいアルミ箔部 2 3 2 の下に気泡があるときは、計測器 1 3 の測定点が紙部 2 3 1 又はアルミ箔部 2 3 2 のいずれであっても、良品サンプルに係る振動エネルギー値と不良品サンプルに係る振動エネルギー値との差分が比較的大きくなることがわかる。更に、気泡が紙部 2 3 1 の下にある場合であっても、良品サンプルに係る振動エネルギー値と不良品サンプルに係る振動エネルギー値との間には有意な差があり、互いを区別して検出が可能であることがわかる。

## 【 0 0 3 9 】

以上のことより、検査対象容器 2 2 が紙パック容器 2 3 である場合には、以下のことが言える。

( i ) 紙パック容器 2 3 の表面において、所定の周波数帯域の範囲内で振動速度を測定して振動エネルギー値を算出し、その算出結果に着目することによって紙パック容器 2 3 に封入されている気泡（内容物から発生するガスを含む）の量や内容物の粘度変化に関する良否を判定することができる。

( ii ) 紙パック容器 2 3 の上面を構成する容器壁（計測器 1 3 の測定点を有する部材）の材質又は厚さのうち少なくとも一方が不均一（本実施例では紙部 2 3 1 とアルミ箔部 2 3 2 ）であったとしても良否を判定可能である。

( iii ) 紙パック容器 2 3 に含まれる気泡の量が多いほど、紙パック容器 2 3 の測定結果から算出される振動エネルギー値が上昇する。

## 【 0 0 4 0 】

続いて、検査対象容器 2 2 として他の種類の軟性容器を用いて、検査システム 1 0 による解析を行った実施例について述べる。

なお、本実施例では、サンプル F として水を充填した P E T（Polyethylene terephthalate）ボトルを、サンプル G として炭酸飲料を充填した P E T ボトルを、サンプル H 及びサンプル I としてヨーグルトを充填したプラスチックカップ容器を、サンプル J としてポテトチップスを充填したプラスチックカップ容器を、検査対象容器 2 2 として用いた。

## 【 0 0 4 1 】

上記に列挙した各サンプルの詳細と解析結果を、以下の表 5 に示す。

表 5 は、各サンプルが初期状態（未開封の状態）において計測した結果から算出された振動エネルギー値を「良品の振動エネルギー値」として示し、各サンプルを開封した状態（P E T ボトルについては開封した後に再度密封した状態）において計測した結果から算出された振動エネルギー値を「不良品の振動エネルギー値」として示している。

【表 5】

	検査対象	内容物	初期状態	測定点 の材質	良品の振動 エネルギー値	不良品の振動 エネルギー値	解析対象の 周波数範囲
サンプル F	PET ボトル	水	常圧	PP キャップ	54	37	6000 ～8000
サンプル G	PET ボトル	炭酸飲料	陽圧	PP キャップ	3	7	6000 ～10000
サンプル H	プラスチック カップ容器	ヨーグルト	陰圧	蒸着 フィルム	51	39	100 ～2000
サンプル I	プラスチック カップ容器	ヨーグルト	常圧	アルミ箔	10895	9347	100 ～6000
サンプル J	プラスチック カップ容器	ポテト チップス	常圧	アルミ箔	8290	2179	100 ～6000

## 【 0 0 4 2 】

表5において「良品の振動エネルギー値」及び「不良品の振動エネルギー値」に係る単位は「 $(m/s)^2$ 」であり、「解析対象の周波数範囲」の単位は「Hz」である。

【0043】

表5に挙げた5つのサンプルにおいて、良品の振動エネルギー値と不良品の振動エネルギー値との間には有意な差があり、互いを区別して検出が可能であることがわかる。

なお、他のサンプルについては良品の振動エネルギー値が不良品の振動エネルギー値より大きい値になるのに対して、サンプルGについては良品の振動エネルギー値が不良品の振動エネルギー値より小さい値となる。これは、初期状態における内圧が影響しているものと考えられる。

【0044】

プラスチックカップ容器を検査対象とするサンプルH～サンプルJについては、上面に設けられたシール部に計測器13の測定点を定めて計測及び解析を行った。ここでシール部とは、プラスチックカップ容器の表面の一部（本実施例では上面）を覆うように張り付いている部材であり、プラスチックカップ容器の内部に内容物を封止するものである。シール部の具体例としては、表5に例示したアルミ箔や蒸着フィルム他に、プラスチックシールや紙シール等も挙げられる。

サンプルH～サンプルJに対する計測及び解析によって、シール部の接着状態やシール部の裏面に付着した内容物の状態が、測定結果に影響することが分かった。また、サンプルHは、サンプルIやサンプルJと比べて、初期状態が陰圧であるためにシール部に張りがあり、算出された振動エネルギー値も小さくなった。

【0045】

<第2の実施例>

続いて、検査システム10を用いた第2の実施例について説明する。

本実施例では、サンプルKとしてお茶を充填したPETボトルを、サンプルLとして調味料を充填したプラスチックボトルを、サンプルMとしてコーヒーを充填したアルミ缶を、サンプルNとしてコーヒーを充填したスチール缶を、検査対象容器22として用いた。

なお、サンプルMとサンプルNとは共に金属缶（剛性容器）であるという点において共通しているものの、容器を構成する材質が相違する。ここで剛性容器とは、実質的に全面が金属材料によって構成されているものをいう。

【0046】

上記に列挙した各サンプルの詳細と解析結果を、以下の表6に示す。

表6は、各サンプルが初期状態（未開封の状態）において計測した結果におけるピーク周波数を「良品のピーク周波数」として示し、各サンプルを開封した状態（PETボトルについては開封した後に再度密封した状態）において計測した結果におけるピーク周波数を「不良品のピーク周波数」として示している。

なお、サンプルKについては、不良品のピーク周波数が2通り（5880Hzと5720Hz）検出されたので、表6の該当欄には互いを併記している。

10

20

30

40

50

【表 6】

	検査対象	内容物	初期状態	測定点 の材質	良品の ピーク周波数	不良品の ピーク周波数	解析対象の 周波数範囲
サンプルK	PET ボトル	お茶	陰圧	PP キャップ	6120	5880, 5720	6070 ～6170
サンプルL	プラスチック ボトル	調味料	陽圧	紙	1240	1080	1190 ～1290
サンプルM	アルミ缶	コーヒー	陽圧 (上部蓋・ 開口部)	アルミ	1280	1080	1230 ～1330
サンプルN	スチール缶	コーヒー	陰圧 (底部蓋)	スチール	1680	1140	1630 ～1730

10

## 【 0 0 4 7 】

表 6 において「良品のピーク周波数」、「不良品のピーク周波数」及び「解析対象の周波数範囲」の単位は、いずれも「Hz」である。

## 【 0 0 4 8 】

表 6 に挙げた 4 つのサンプルにおいて、良品のピーク周波数と不良品のピーク周波数との間には有意な差があり、互いを区別して検出が可能であることがわかる。

即ち、これらのサンプルについては、良品を用いて特定されたピーク周波数を判定基準として定め、検査対象容器 2 2 の計測結果から特定されたピーク周波数と当該判定基準と比較して検査対象容器 2 2 の内圧が正常であるか否かを判定する解析手法を実現できる。

## 【 0 0 4 9 】

なお、本実施例は、表 6 に挙げた 4 つのサンプルに対して第 1 の実施例で説明した解析手法（所定の周波数帯域について振動速度を積分して振動エネルギー値を算出し解析する手法）を適用することを否定するものではない。

即ち、第 1 の実施例に述べた振動エネルギー値に基づく解析手法と、第 2 の実施例に述べたピーク周波数に基づく解析手法とは、併用可能な場合がありうる。

20

30

## 【 0 0 5 0 】

## &lt; 第 3 の実施例 &gt;

続いて、検査システム 1 0 を用いた第 3 の実施例について説明する。

本実施例で述べる解析方法は、音響発信源 1 1 は検査対象容器 2 2 の側面（上面を除く面）に対して送波音波 1 2 による加振を与え、同じ側面に測定点を定めた計測器 1 3 によってその振動速度を測定する。検査対象容器 2 2 の側面に測定点を定めることにより、検査対象容器 2 2 の上部に溜まっている気泡の影響を取り除き、検査対象容器 2 2 に充填された流体の粘性変化のみとらえるものである。即ち、本実施例における検査対象容器 2 2 の内容物は、気泡と流体のように比重の異なる複数の物体が分離して構成されており、解析装置 1 5 1 は、内容物のうち比重の大きい物体の粘度について良否を判定することができる。

40

## 【 0 0 5 1 】

本実施例において、音響発信源 1 1 から検査対象容器 2 2 までの距離を 2 4 c m、計測器 1 3 から検査対象容器 2 2 までの距離を 6 2 . 5 c m とした。解析装置 1 5 1 において解析対象となる周波数帯域は 1 0 0 H z から 1 0 0 0 0 H z である。また、測定点を定めた検査対象容器 2 2 の側面における最大音圧は約 9 5 d B である。

また、本実施例において、検査対象容器 2 2 として、解析装置 1 5 1 の解析対象である流体（検査対象容器 2 2 の内容物）の粘度が互いに相違する 5 通りのサンプル O ～ サンプル S を用意した。

50

## 【 0 0 5 2 】

表 7 に、解析装置 1 5 1 の解析対象である流体の粘度と、計測器 1 3 によって測定された判定基準のピーク周波数 ( 2 2 8 0 H z ) における振動速度と、をサンプル毎に示す。なお、本実施例において粘度の単位はセンチポアズ ( c P ) であり、振動速度の単位はマイクロメートル毎秒 (  $\mu\text{m} / \text{s}$  ) である。

## 【表 7】

	サンプルO	サンプルP	サンプルQ	サンプルR	サンプルS
粘度 (cP)	2.5	35	200	520	580
2280Hz における 振動速度 ( $\mu\text{m}/\text{s}$ )	2.8	1.2	0.5	1.0	0.1

10

## 【 0 0 5 3 】

また、図 6 に、各サンプルにおける計測器 1 3 の測定結果 ( 振動速度スペクトル ) を示す。なお、図 6 の縦軸は振動速度 ( 0 ~ 3  $\mu\text{m} / \text{s}$  ) であり、横軸は周波数 ( 0 ~ 1 0 0 0 0 H z ) である。

## 【 0 0 5 4 】

表 7 及び図 6 に示すように、粘度が最も低いサンプル O の振動速度スペクトルにおけるピーク周波数 ( 2 2 8 0 H z ) は、他のサンプル P ~ サンプル S において振動速度のピーク値にならないことが分かる。また、解析対象となる流体の粘度が低いほど 2 2 8 0 H z における振動速度が大きくなり、流体の粘度が高いほど 2 2 8 0 H z における振動速度が小さくなる傾向がある ( 粘度コントロールが一部出来ていない状態があり、検査結果にバラツキ、容器表面の凹凸状態に影響がある ) 。

20

なお、検査対象容器 2 2 の側面 ( 測定点を定めた面 ) はフラットであることが望ましい。その表面状態にしわや凹みがある場合、測定誤差が生じるからである。また、検査対象容器 2 2 の下部の測定は容器自体の剛性の影響により、内容物の特性を得ることが出来ない場合もある。

## 【 0 0 5 5 】

上記のような見知に基づいて、解析装置 1 5 1 は、良品サンプルから特定されたピーク周波数と当該ピーク周波数における振動速度とを関連付けて判定基準として定めて予め記憶しておき、解析処理を行う際には検査対象容器 2 2 の測定結果から判定基準のピーク周波数における振動速度を特定し、特定した振動速度と判定基準の振動速度とを比較して検査対象容器 2 2 の内容物の粘度について良否を判定することができる。

30

## 【 0 0 5 6 】

なお、本実施例は、第 1 の実施例や第 2 の実施例で説明した各サンプルに対して上記の解析手法 ( 予め定めたピーク周波数における振動速度を判定基準と比較することによって解析する手法 ) を適用することを否定するものではない。

即ち、第 1 の実施例で述べた解析手法と、第 2 の実施例で述べた解析手法と、第 3 の実施例で述べた解析手法とは、併用可能な場合がありうる。

## 【 0 0 5 7 】

< 本発明の変形例について >

ここまで図 1 から図 6 及び表 1 から表 7 を用いて説明される実施例に即して本発明を説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の目的が達成される限りにおける種々の変形、改良等の態様も含む。

40

## 【 0 0 5 8 】

上述の実施例において、本発明の非接触検査システムに係る構成の一具体例として図 1 に示すシステム構成を述べた。しかしながら、本発明の実施において、図 1 に示すシステム構成に含まれる全ての構成要素が必ずしも含まれる必要はなく、一部の構成要素が省かれたり、一の構成要素と他の構成要素とが統合されたりしてもよい。また、本発明の実施において、図 1 に示すシステム構成とは別の構成要素が追加されてもよい。

50

## 【 0 0 5 9 】

上述の実施例において、本発明の非接触検査システムの検査対象となる軟性容器の具体例をサンプル A ~ サンプル S まで示したが、本発明の実施はこれに限られない。

## 【 0 0 6 0 】

上述の実施例において、本発明の非接触検査システムが実行可能な解析方法の例を複数挙げて説明したが、本発明の実施において実行可能な解析手法はこれらに限られない。即ち、良品容器 2 1 に関する計測結果に基づいて定められる判定基準と、検査対象容器 2 2 に関する計測結果から求められる振動速度に係る特性と、を比較して実行可能な解析手法であれば、いずれを採用してもよい。

## 【 0 0 6 1 】

第 1 の実施例において、気泡が無視できる程に小さい紙パック容器 2 3 を良品サンプルとしたが、所定量の気泡（気体）が封入されている軟性容器を良品サンプルに代えてもよい。この場合、計測器 1 3 の測定点を有する軟性容器の上面が複数の材料で構成される又は厚みが不均一である場合、測定点の位置がばらつくことによって良品 / 不良品を判定する基準となる振動エネルギー値が有意に相違することが想定される。このような場合には、解析装置 1 5 1 は、測定点ごとに異なる判定基準を定めてもよく、且つ複数の判定基準のいずれを満足する場合にも良品と判定する解析手法を採用してもよい。

換言するならば、解析装置 1 5 1 は、部材の材質又は厚さが異なる複数の測定点のそれぞれについて、良品容器 2 1 に対する計測器 1 3 の計測結果に基づいて判定基準を定めてもよく、検査対象容器 2 2 に対する計測器 1 3 の計測結果が、複数の測定点に係る判定基準のいずれか一つを満足する場合に、検査対象容器 2 2 又は検査対象容器 2 2 に充填された内容物を良品と判定してもよい。

## 【 0 0 6 2 】

本実施形態は以下の技術思想を包含するものである。

( i ) 内容物が充填された軟性容器に対して送波音波を照射する音響発信源と、前記送波音波によって加振された前記軟性容器の表面の一部である測定点の振動速度を光学的に計測する計測器と、前記計測器によって計測された前記振動速度を所定の周波数帯域の範囲内において解析する解析装置と、を備え、前記解析装置は、良品である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果に基づいて定められる判定基準と、検査対象である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から求められる前記振動速度に係る特性と、を比較して当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定することを特徴とする非接触検査システム。

( ii ) 前記解析装置は、前記計測器によって計測された前記振動速度を前記所定の周波数帯域の範囲内において積分することによって振動エネルギー値を算出し、良品である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値を前記判定基準として、検査対象である前記軟性容器について算出された前記振動エネルギー値と比較することによって当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定する ( i ) に記載の非接触検査システム。

( iii ) 前記解析装置は、前記計測器によって計測された前記振動速度が所定の周波数帯域の範囲内において極大値となる周波数であるピーク周波数を一又は複数特定し、良品である前記軟性容器について特定された前記ピーク周波数を前記判定基準として、検査対象である前記軟性容器について特定された前記ピーク周波数と比較することによって当該軟性容器又は当該軟性容器に充填された前記内容物に係る良否を判定する ( i ) に記載の非接触検査システム。

( iv ) 検査対象となる前記軟性容器は、前記測定点を有する部材の材質又は厚さのうち少なくとも一方が不均一である ( ii ) 又は ( iii ) に記載の非接触検査システム。

( a ) 前記解析装置は、前記部材の材質又は厚さが異なる複数の前記測定点のそれぞれについて、良品である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果に基づいて前記判定基準を定めており、検査対象である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果が、前記複数の測定点に係る前記判定基準のいずれか一つを満足する場合に、当該軟性容器又は当該軟性

10

20

30

40

50

容器に充填された前記内容物を良品と判定する (iv) に記載の非接触検査システム。

(v) 前記解析装置は、良品である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から、前記所定の周波数帯域の範囲内において前記振動速度が極大値となる周波数であるピーク周波数を特定し、特定した前記ピーク周波数と当該ピーク周波数における前記振動速度と、を関連付けて前記判定基準として定め、検査対象である前記軟性容器に対する前記計測器の計測結果から前記判定基準として定められている前記ピーク周波数における前記振動速度を特定し、特定した前記振動速度と当該ピーク周波数に関連付けた前記振動速度とを比較して前記内容物の粘度について良否を判定する (i) に記載の非接触検査システム。

(vi) 前記測定点は前記軟性容器の上面を除く平面に含まれており、前記内容物は、比重の異なる複数の物体が分離して構成されており、前記解析装置は、前記内容物のうち比重の大きい物体の粘度について良否を判定する (v) に記載の非接触検査システム。

10

【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

1 0 検査システム

1 1 音響発信源

1 2 送波音波

1 3 計測器

1 3 1 観察波

1 5 コンピュータ

1 5 1 解析装置

1 5 2 制御装置

1 6 1 温湿度センサ

1 6 2 タイミングセンサ

1 7 任意波形発生装置

1 9 アンプ

2 0 軟性容器

2 1 良品容器

2 2 検査対象容器

2 3 紙パック容器

2 3 1 紙部

2 3 2 アルミ箔部

20

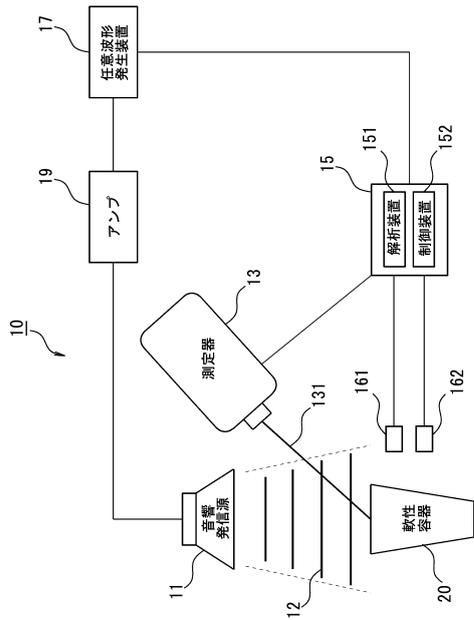
30

40

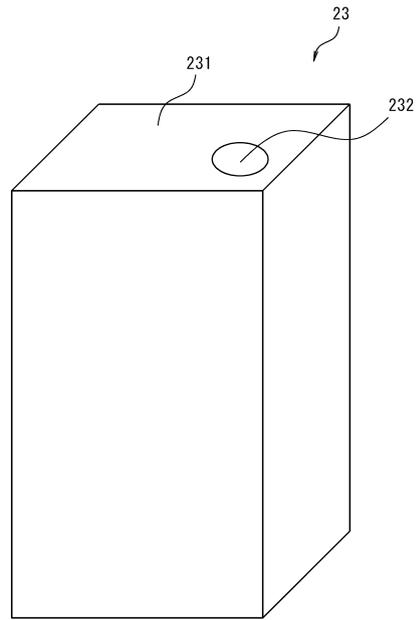
50

【図面】

【図 1】



【図 2】

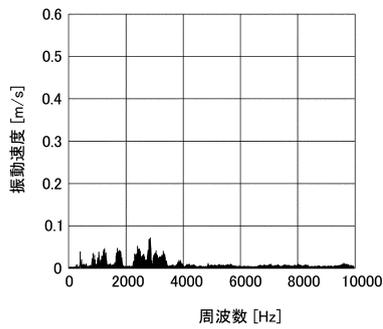


10

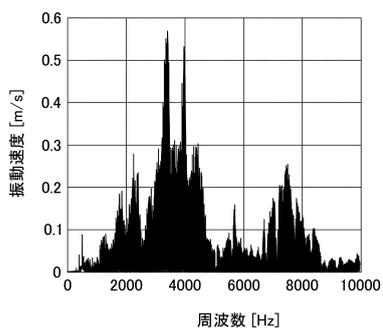
20

【図 3】

(a)

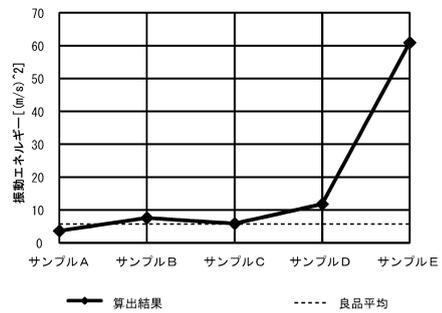


(b)

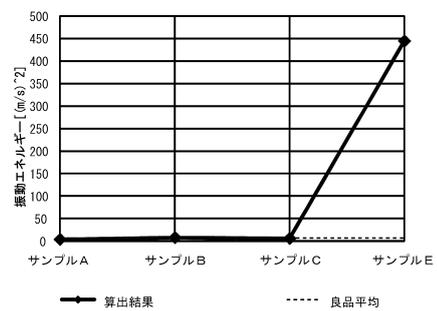


【図 4】

(a)



(b)

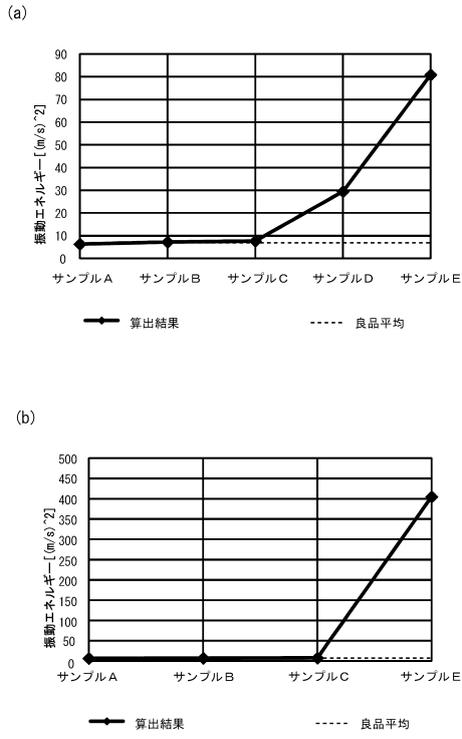


30

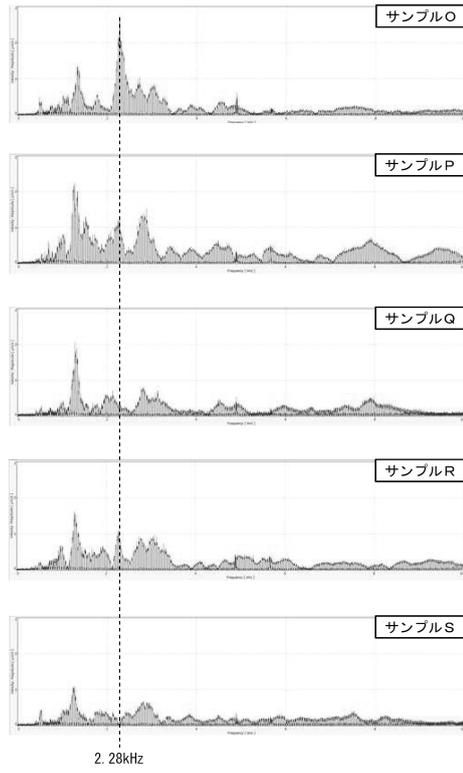
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 川井 重弥

神奈川県相模原市緑区東橋本4 - 2 - 35 - 10

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 米国特許第05821424 (US, A)

特開2015 - 224891 (JP, A)

特開平03 - 089132 (JP, A)

特開2014 - 238328 (JP, A)

特開2000 - 105226 (JP, A)

特開2000 - 329753 (JP, A)

特開平03 - 000627 (JP, A)

特開平01 - 203930 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01N 29/00 - 29/52

JSTPlus / JST7580 (JDreamIII)