【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第１区分
【発行日】平成18年6月15日(2006.6.15)

【公開番号】特開2000-314695(P2000-314695A)
【公開日】平成12年11月14日(2000.11.14)
【出願番号】特願平11-148618
【国際特許分類】
　Ｇ０１Ｎ　11/16　　(2006.01)
【ＦＩ】
　Ｇ０１Ｎ　11/16　　Ｚ

【手続補正書】
【提出日】平成18年4月11日(2006.4.11)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の詳細な説明
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は全般に粘弾性測定を行うための装置に関連し、より詳細には流体及びゲルの粘弾性特性を測定するために改善された振動粘弾性トランスデューサに関連する。
【０００２】
【従来の技術】
振動粘性及び粘弾性分析器は当技術分野において周知である。これらの分析器は典型的には、振動状態で或いは周期的に動作するように駆動される機械的プローブ部材を組み込む。その分析器は、プローブ部材に動きを付与するためのいくつかの手段及びプローブの変位或いは動きをモニタするための手段を備える。最も用いられる設計は、機械的プローブを駆動するための電気的手段及びプローブ動作をモニタするための電気的手段を組み込む。移動式プローブは被測定流体或いはゲル内に浸漬される。この移動式プローブの動作特性は、被測定材料の粘性及び粘弾性特性により影響を受ける。試験サンプルに応じたプローブの動作特性の変化は、試験サンプルの粘弾性特性を決定する分析器によりモニタ、かつ処理される。
【０００３】
駆動機構或いは回路の構成要素、機械的プローブ並びに動作検出機構は一体となってトランスデューサを構成する。トランスデューサは入力駆動信号を出力動作信号に関連づける応答特性を有する。トランスデューサの応答は、その物理的な設計及び被測定材料の粘弾性特性に依存する。トランスデューサ特性は機械的或いは電気的動作特性を用いて表すことができる。Ｈｕｓａｒに付与された米国特許第４，３４１，１１１号は、トランスデューサ動作の特性を表すために周波数と機械的変位との関係を用いる。この種の特性が図６に示される。電気的設計の観点から、電気的インピーダンスに関してトランスデューサの動作の特性を表すことが望まれる場合が多い。図５は、図１及び図２に示されるような粘弾性トランスデューサの場合の周波数と電気的インピーダンスの変化との関係を表す。この種のトランスデューサは機械的プローブ変位ではなく機械的プローブ速度をモニタする。変位モニタ式及び速度モニタ式トランスデューサのいずれも、駆動周波数に関して非線形であり、典型的には固有共振周波数で明確なピークを示す。この共振周波数は、被測定流体或いはゲルの粘弾性特性に応じて変化する。このピークが、図５及び図６に示される例において存在する。

【０００４】
粘弾性トランスデューサはそれらの設計により幅広く変化する。１つの変形例はプローブ動作の方向に関連する。従来技術による設計は、トランスデューサにおいて軸方向、横方向、旋回方向或いは径方向のプローブ動作を組み込んでいる。軸方向に振動するプローブを用いる従来のトランスデューサの例は、Ｓｉｍｏｎに付与された米国特許第３，５８７，２９５号及び３，７４１，００２号、並びにＳｉｍｏｎ等に付与された米国特許第４，０２６，６７１号に記載される。
Ｈａｒｔｅｒｔに付与された米国特許第４，３１２，２１７号及びＨｕｓａｒに付与された米国特許第４，３４１，１１１号は、横方向或いは旋回方向動作を生成するために駆動される弾性ロッドを使用することを開示する。Ｍａｔｕｓｉｋ等に付与された米国特許第４，４８８，４２７号は、回転方向或いは径方向の機械的な振動を教示する。これらの従来技術のトランスデューサは、所望の機械的な動きを生成するために変形する単一の可撓性部材を組み込む。Ｓｉｍｏｎ及びＳｉｍｏｎ等の特許により教示される軸方向に振動するトランスデューサは振動板を組み込む。Ｈａｒｔｅｒｔ及びＨｕｓａｒにより教示される横方向或いは旋回方向動作は、横方向動作に対しては１方向に、或いは旋回方法動作に対しては２つの方向にロッドを曲げるように駆動される弾性ロッドを用いることにより実現される。Ｍｕｔａｓｉｋにより教示される径方向動作は、径方向の偏倚を生じさせるねじれ力を用いて駆動される弾性円筒形チューブを用いることにより生じる。
【０００５】
最もよく用いられる振動トランスデューサは、個別の駆動及びピックアップコイルを用いる。しかしながら個別のコイルを用いる必要はない。Ｓｉｍｏｎ等により教示されるトランスデューサは、トランスデューサを駆動し、さらに機械的動作をモニタするために同時に単一のコイルを用いている。
【０００６】
粘性或いは粘弾性分析器は、適切な回路及び計算技術を用いてトランスデューサ応答をモニタし、被測定材料の粘性或いは粘弾性特性を決定する。振動トランスデューサを駆動するための回路は当分野において周知であり、典型的には振動機構動作を生成するための駆動回路及びその機械的な動きをモニタするためのモニタ回路を備える。その機械的な動きを調整し、エネルギー消費をモニタし、或いは表示用の信号を調整するための手段を備える付加回路も従来技術において教示される。初期の設計は固定周波数でトランスデューサを駆動する。さらに進んだ設計は典型的には、被測定材料内に浸漬されたトランスデューサの共振周波数でトランスデューサを駆動する。その進んだ装置には、測定中の材料の粘弾性特性は、振動トランスデューサの共振点のみを分析することにより決定される。共振ピークの粘性は試験サンプルの粘性特性を特徴付けており、一方周波数の変化がその弾性特性を特徴付ける。
【０００７】
振動トランスデューサを組み込む粘性及び粘弾性測定装置の精度は、振動トランスデューサの動作特性により制限される。従来技術の振動トランスデューサは、製造再現性及び振動特性が不十分であり、温度ドリフト、長期ドリフト及び湿度ドリフトを有する傾向にある。さらに、これらのトランスデューサは耐久性が不足している。オペレータの取扱いによる損傷がトランスデューサのドリフト或いは故障のいずれかを引き起こすようになる。ある設計では、トランスデューサ移動用コイルが磁石或いは磁極に対して押圧され、そのコイルに損傷を与えるようになる。他の設計では、トランスデューサの配列が数少ないオペレータの取扱いミスにより損傷を受け、それによりトランスデューサドリフトを引き起こすか、或いはトランスデューサ振動を妨害するようになる。
【０００８】
従来のトランスデューサは、振動する機械的構成要素を過剰に加えられた力から保護する必要手段を提供しない。Ｓｉｍｏｎのトランスデューサは軸方向に振動するが、オペレータが機械的プローブをモニタ或いは除去する間に、振動板が横方向或いは過剰な軸方向に動いてしまう。この過剰な動きの結果、磁石或いは磁極のいずれかがコイルと接触し、

それによりコイルを損傷するようになる。

【０００９】

この設計に対する全ての要件の概ね９５％は、損傷したコイルによるものである。さらにトランスデューサ特性は、振動板が過剰な軸方向の動きにより押圧される場合に、変化してしまう傾向があった。

【００１０】

従来技術を要約すると、Ｈｕｓａｒに付与された米国特許第４，３４１，１１１号に教示される振動トランスデューサは弾性ロッドの横方向或いは旋回方向動作に依存する。しかしながら、これは弾性ロッドが過剰に変形するのを保護する手段を提供しない。Ｍａｔｕｓｉｋ等に付与された米国特許第４，４８８，４２７号に教示されるトランスデューサは、チューブを備えており、そのチューブは回転方向に偏倚され、トランスデューサの配列が、チューブが横方向に偏倚するのを防ぐ必要がある。同様に、米国特許第４，１５４，０９３号及び米国特許第４，８６９，０９８号に教示される振動トランスデューサは、過剰なトランスデューサ変位に対する保護を提供しない。

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

機械的プローブの弾性変形を制限し、所望の弾性動作方向を除いて、概ね剛性の機械的プローブ設計を実現する機械的止め手段を設けることにより、オペレータ取扱いによる損傷を最小限に抑える振動トランスデューサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

この目的及び他の目的は、プローブ軸に沿った所望の方向以外のあらゆる方向においてプローブ部材の動きを制限するために機械的プローブに同軸に取着される環状ばねアセンブリを設けることにより、さらにプローブ軸に沿った所望の方向の範囲を制限するために機械的止め部材を設けることにより、本発明に記載される好適な実施例に従って達成される。

【００１３】

【発明の実施の形態】

本明細書に記載される発明は、米国特許第５，０１６，４６９号及び５，１３８，８７２号に関連し、参照して本明細書の一部としている。

【００１４】

本発明の粘弾性トランスデューサは、例えばＨｅｎｄｅｒｓｏｎに付与された米国特許第５，０１６，４６９号に記載のトランスデューサの代わりに用いることができる。また本発明の粘弾性トランスデューサを、この特許明細書に記載の電子回路と共に用いることもできる。

【００１５】

図１～図４には、磁石カップ部１０、永久磁石１２、及び磁極１４が示されており、これらの要素は永久磁石１２と磁極１４との間のギャップに一様な磁界を生成するように位置を整合させて接着剤により組み立てられる。プローブアダプタハブ１８は、環状ばねアセンブリ２０の内側リング３０と独立コイル１６の双方に接着される。環状ばねアセンブリ２０の外縁部は、磁石１２と磁極１４との間のギャップ内にコイル２０を位置させるように整合されており、磁極１４に接着される。カバー１０は、ばねアセンブリ２０の外縁部に接着剤で接着されている。

【００１６】

図１～図４に示すトランスデューサ内を動く機械的プローブは、プローブアダプタハブ１８、コイル１６、使い捨てプローブ２４、及び環状ばねアセンブリ２０の内側リング３０からなる。組み立ての際に適切な整合をとることにより、この機械的プローブは磁気ギャップ間のクリアランスを維持しつつ軸線方向に移動できるようになる。コイル１６は、機械的プローブを駆動するため、且つプローブの移動を検出するために用いられる。

【００１７】

本発明のトランスデューサの通常の特徴的応答が図５に示されている。このトランスデューサは種々の従来型の制御回路と共に使用することができるが、特に米国特許第５，１３８，８７２号明細書に記載の回路と共に使用するために設計されている。この回路は、トランスデューサを、試験サンプル内でその共振周波数で動かす。粘性が高くなるにつれトランスデューサのインピーダンスは低くなる。弾性が高くなるにつれ共振周波数は高くなる。図５には、空中、水中、高濃度鉱油中、及び鉱油ゲル中での、このトランスデューサの性能が示されている。試験サンプルの粘性の特性は共振ピークの減衰の仕方に特徴が現れている。サンプルの弾性の特性は、周波数の変化に特徴が現れている。

【００１８】

図４には、真鍮製の内側リング３０及び外側リング２８にはんだ付けされた２つの環状ばね２６から構成されている環状ばねアセンブリ２０が示されている。この２つの環状ばね２６は、例えば米国コネチカット州グラストンベリー（Glastonbury）のＣｏｎａｒｄ社から市販されているものような、従来型の光化学加工プロセスを用いてベリリウム銅板から作製されたものである。２つの環状ばね２６のコンプライアンスは、バネのウェブの長さ、幅、又は厚みを変更することによって変えることができる。ベリリウム銅以外の材料を用いてもよい。しかし、その優れた安定したばね特性のため、好ましい材料はベリリウム銅である。環状ばねアセンブリ２０は、鉛錫はんだを用いて結合されるが、溶接、鑞づけ、又は接着により結合することもできる。

【００１９】

上述のように、環状ばねアセンブリ２０は２つの平行をなすばね２６を用いて構成され、機械的プローブに横方向の剛性を与えている。１つのばねを用いても粘弾性トランスデューサとしては優れた性能が発揮できるが、使い捨て試験プローブの着脱に関するオペレータの操作の際にコイル１６が損傷するのを防止する横方向の剛性を与えることはできない。ばねアセンブリ２０は軸線方向の変位を除く全ての方向の移動に対しての剛性を与えている。２以上の環状ばね２６を用いることもできるが、この場合はコストや複雑さが増す割に、不必要な機械的偏倚に耐性を与える機械的剛性の改善度は小さい。

【００２０】

本発明の粘弾性トランスデューサの機械的設計には、使い捨て機械的プローブ２４の動きの範囲を制限する物理的止め手段が含まれている。磁石１２が内向きの偏倚を制限し、カバー２２は外向きの偏倚を制限する。これらの物理的止め手段により、環状ばねアセンブリ２０が使い捨てプローブ２４の着脱の際に過剰に変形することが防止される。この設計により、プローブアダプタハブ１８の、磁石１２又はカバー２２の何れかに対する正常な位置からの動きは約０．２５４ｍｍ（０．０１０インチ）程度に押さえることができる。この動きの量は環状ばねアセンブリ２０の弾性偏倚動作領域内に収まっている。しかしこれらの止め手段は、正常な試験操作の際の機械的プローブ２４の動きの範囲である約０．００５０８ｍｍ（０．０００２０インチ）よりはるかに大きい距離だけ離れたところにある。

【００２１】

要するに本発明の粘弾性トランスデューサは、液体又はゲルの粘性特性を特性化するための、単純で信頼性が高く精度の高いトランスデューサとなる。更にこのトランスデューサでは、望ましくない機械的応力に対するトランスデューサの耐久性を高め、ばね部材の弾性動作限界の範囲内にトランスデューサの機械的偏倚を制限する機構を組み込んでおり、これにより従来技術より優れたものとなっている。この設計によって、耐久性を犠牲にすることなく、ばねアセンブリ２０のコンプライアンスも高められる。このような高いばねのコンプライアンスは弱いゲルに対するトランスデューサの感度を高めるために望ましい。

【００２２】

本発明のトランスデューサの実施例で、軸線方向に動く設計のものについて説明してきたが、本発明のトランスデューサは、径方向や、横方向や、旋回方向の振動、又は任意の他のタイプの振動をするように設計することができる。

【００２３】

本発明のトランスデューサで、機械的駆動用と動きピックアップ用の両方の目的で１個のコイルを用いる実施例について説明してきた。しかし、各用途について個別のコイルを用いることもできる。より大きな動きができるように追加のコイル又は他の手段を組み込むこともできる。旋回運動する設計では、駆動用の複数のコイルとピックアップ用の複数のコイルとを用いてもよい。駆動やピックアップ用のデバイスはコイルに限定されない。他の電圧を用いる方法には、ホール効果を利用した、容量性の、圧電性の、又は他の形態の電気機械的エネルギーの変換又は検出方法が含まれる。

【００２４】

最後に、本発明のトランスデューサの実施例で、振動する機械的構成要素の所望の機械的動きを可能にする２つのフラットな形状の環状ばねを用いたものについて説明してきたが、本発明は、フラットな形状の環状ばねを用いる設計に限定されない。以下のものに限定されないが、コイルばね、弾性チューブ、偏倚ロッド、又はワイヤを含む多くの形状の弾性部材を、機械的振動のための弾性部材として用いることができる。更に、機械的又は弾性的手段による他の機械的振動が実現されている場合には、機械的振動のために機械的弾性部材は不要である。

【００２５】

【発明の効果】

上記のように機械的プローブの弾性変形を制限し、所望の弾性動作方向を除いて、概ね剛性の機械的プローブ設計を実現する機械的止め手段を設けることにより、トランスデューサがオペレータの取扱いによる損傷をこうむるのを最小限に抑えることができる。