

(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2017-146133
(P2017-146133A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 B 21/14 (2006.01)	GO 1 B 21/14	2 F 0 6 5
GO 1 B 21/10 (2006.01)	GO 1 B 21/10	2 F 0 6 9
GO 1 B 11/10 (2006.01)	GO 1 B 11/10	Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-26563 (P2016-26563)
(22) 出願日 平成28年2月16日 (2016.2.16)

(71) 出願人 000000206
宇部興産株式会社
山口県宇部市大字小串1978番地の96
(74) 代理人 100166338
弁理士 関口 正夫
(74) 代理人 100152054
弁理士 仲野 孝雅
(72) 発明者 原田 信洋
山口県宇部市大字小串1978番地の96
宇部興産株式会社内
(72) 発明者 井上 繁
山口県宇部市大字小串1978番地の96
宇部興産株式会社内

最終頁に続く

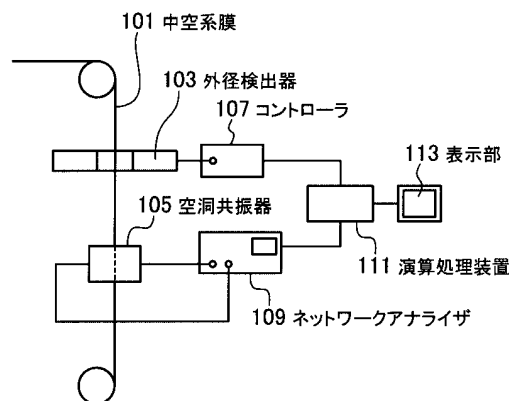
(54) 【発明の名称】 中空系膜内径測定方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 中空系膜の内径を測定することを可能とする中空系膜内径測定方法を提供する。

【解決手段】 中空系膜101の外径を測定する外径測定ステップと、中空系膜を空洞共振器105に貫通させない状態における空洞共振器の第1の共振周波数を測定する第1の共振周波数測定ステップと、中空系膜を空洞共振器に貫通させた状態における空洞共振器の第2の共振周波数を測定する第2の共振周波数測定ステップと、第1の共振周波数と、第2の共振周波数と、中空系膜の外径と、中空系膜の内径との間の所定の関係を用いて、中空系膜の内径を算出する算出ステップと、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

中空系膜の外径を測定する外径測定ステップと、
前記中空系膜を空洞共振器に貫通させない状態における前記空洞共振器の第 1 の共振周波数を測定する第 1 の共振周波数測定ステップと、
前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させた状態における前記空洞共振器の第 2 の共振周波数を測定する第 2 の共振周波数測定ステップと、
前記第 1 の共振周波数と、前記第 2 の共振周波数と、前記中空系膜の外径と、前記中空系膜の内径との間の所定の関係を用いて、前記中空系膜の内径を算出する算出ステップと、
を有することを特徴とする中空系膜内径測定方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記中空系膜は、連続走行するものであって、
前記外径測定ステップでは、連続走行する前記中空系膜の外径を光学的に測定し、
前記第 2 の共振周波数測定ステップでは、連続走行する前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させた状態において、前記空洞共振器の第 2 の共振周波数を測定することを特徴とする中空系膜内径測定方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記第 1 の共振周波数ステップでは、前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させない状態において、前記空洞共振器の第 1 の共振周波数を測定することを特徴とする中空系膜内径測定方法。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記第 1 の共振周波数ステップでは、前記中空系膜を比較用空洞共振器に貫通させない状態において、前記比較用空洞共振器の共振周波数を前記空洞共振器の第 1 の共振周波数として測定し、
前記第 1 の共振周波数測定ステップと、前記第 2 の共振周波数測定ステップは同時に行われることを特徴とする中空系膜内径測定方法。

30

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記所定の関係は、前記第 1 の共振周波数と、前記第 2 の共振周波数と、前記中空系膜の外径と、前記中空系膜の内径に加えて、前記中空系膜の比誘電率と、前記空洞共振器における共振モードに対応した定数も用いて表されることを特徴とする中空系膜内径測定方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記中空系膜の比誘電率は、一定の値を持つことを特徴とする中空系膜内径測定方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の中空系膜内径測定方法であって、
測定手段として LED 光源又はレーザー光源を持ち、前記中空系膜が前記光源を遮った長さから外径を測定する透過型外径測定手段を用いて外径測定ステップが行われることを特徴とする中空系膜内径測定方法。

40

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の中空系膜内径測定方法であって、
前記空洞共振器の共振周波数は、円形 T M 0 1 n モードの共振モードにおける共振周波数であることを特徴とする中空系膜内径測定方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の中空系膜内径測定方法であって、

50

前記空洞共振器の前記一对の貫通孔には、これらを貫通し、内部に前記中空系膜を通すためのガイドが設けられていることを特徴とする中空系膜内径測定方法。

【請求項 10】

中空系膜の外径を測定する外径測定手段と、

前記中空系膜を空洞共振器に貫通させない状態における前記空洞共振器の第 1 の共振周波数を測定する第 1 の共振周波数測定手段と、

前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させた状態における前記空洞共振器の第 2 の共振周波数を測定する第 2 の共振周波数測定手段と、

前記第 1 の共振周波数と、前記第 2 の共振周波数と、前記外径と、前記中空系膜の内径との間の所定の関係を用いて、前記中空系膜の内径を算出する算出手段と、

を備えることを特徴とする中空系膜内径測定装置。

10

【請求項 11】

請求項 10 に記載の中空系膜内径測定装置であって、

前記空洞共振器は、円筒状の金属内壁面を有する主体部と、前記主体部の軸方向の両端を閉じる金属内壁面を有する一对の側壁部とを備え、前記一对の側壁部は相互に対向する部分にそれぞれ貫通孔を有し、前記中空系膜は、前記一对の貫通孔を貫通し、前記空洞共振器の共振周波数は、円形 T M 0 1 n モードの共振モードにおける共振周波数であることを特徴とする中空系膜内径測定装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の中空系膜内径測定装置であって、

前記空洞共振器の前記一对の貫通孔には、これらを貫通し、内部に前記中空系膜を通すためのガイドが設けられていることを特徴とする中空系膜内径測定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製糸工程等における中空系の内径を測定する方法および装置に関し、特に、糸条が走行される場合に適用して好適な測定方法および装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

中空系膜に代表される糸状製品などは、過去より色々な分野や用途において利用活用されてきた。

【0003】

近年、これら糸状製品にはコストダウンが求められる一方で、品質に対する要求も強くなっている。より具体的には、例えば中空系膜は、一般的に高分子材料を原料として製造されるが、製造の過程で膜が薄くなったり、逆に厚くなったりする場合がある。そのような場合、中空系膜の性能にバラツキが生じるため、製造の過程で中空系膜の糸径を検査する必要がある。

【0004】

40

特許文献 1 では、レーザー外径測定機を使用し、その変化を検知することで中空系膜欠陥を検出する方法が開示されている。

【0005】

特許文献 2 では、ライン型ファイバー照明装置で光を照射し、中空系膜の内空部に導かれた光像をカメラで撮像し中空系膜欠陥を検出する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 3 2 6 2 8 5 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 1 1 4 1 8 7 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかしながら特許文献1の方法では、外径を測定することはできても内径を測定することはできない。従って、膜の厚みを評価することができず、品質管理上限界があった。また、特許文献2の方法では、外径を測定することもできない。

【0008】

そこで、本発明は、中空系膜の内径を測定することを可能とする中空系膜内径測定方法及び中空系膜内径測定装置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】**【0009】**

本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
中空系膜の外径を測定する外径測定ステップと、
前記中空系膜を空洞共振器に貫通させない状態における前記空洞共振器の第1の共振周波数を測定する第1の共振周波数測定ステップと、
前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させた状態における前記空洞共振器の第2の共振周波数を測定する第2の共振周波数測定ステップと、
前記第1の共振周波数と、前記第2の共振周波数と、前記中空系膜の外径と、前記中空系膜の内径との間の所定の関係を用いて、前記中空系膜の内径を算出する算出ステップと、
を有することを特徴とする中空系膜内径測定方法が提供される。

【0010】

また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
中空系膜の前記外径を測定する外径測定手段と、
前記中空系膜を空洞共振器に貫通させない状態における前記空洞共振器の第1の共振周波数を測定する第1の共振周波数測定手段と、
前記中空系膜を前記空洞共振器に貫通させた状態における前記空洞共振器の第2の共振周波数を測定する第2の共振周波数測定手段と、
前記第1の共振周波数と、前記第2の共振周波数と、前記外径と、前記中空系膜の内径との間の所定の関係を用いて、前記中空系膜の内径を算出する算出手段と、
を備えることを特徴とする中空系膜内径測定装置が提供される。

【発明の効果】**【0011】**

本発明によれば、中空系膜の内径が測定できることで、膜厚を評価することができ、より高度な品質管理が可能となる。

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】 本発明による中空系膜内径測定装置の第1の実施の形態を示す概略図である。
【図2】 本発明による中空系膜内径測定装置の第2の実施の形態を示す概略図である。
【図3】 図1に示す空洞共振器の構成を示す模式的斜視図である。
【図4】 図1に示す空洞共振器の断面図である。
【図5】 中空系膜の断面図である。
【図6】 図1に示す空洞共振器の内部の電磁界を示す模式的斜視図である。
【図7】 本発明による中空系膜内径測定装置の第3の実施の形態を示す断面図である。
【図8】 本発明の第2の実施の形態で測定される周波数変動を示すグラフである。
【図9】 本発明の第2の実施の形態で測定される中空系膜の内径と外径を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】**【0013】**

以下、図面を参照しながら本発明の具体的な実施形態を説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

[第 1 の 実 施 の 形 態]

図 1 は、本発明による中空系膜内径測定装置の第 1 の実施の形態を示す概略図である。図 3 は、空洞共振器の模式的斜視図である。図 4 は、側壁部に設けられた 2 つの貫通孔を分割する面の断面図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 によれば、中空系膜 1 0 1 は外径検出器 1 0 3 と空洞共振器 1 0 5 を通過するように連続走行している。外径検出器 1 0 3 はコントローラ 1 0 7 に接続されており、外径検出器 1 0 3 およびコントローラ 1 0 7 としては例えば透過型のグリーン LED 寸法測定機（（株）キーエンス製、LS シリーズ）を使用している。これは、中空系膜 1 0 1 の外径を光学的に測定する。具体的には、これは、測定手段として LED 光源又はレーザー光源を持ち、中空系膜 1 0 1 が光源を遮った長さから外径を測定する透過型外径測定装置である。外径検出器 1 0 3 は、他の方法によって、中空系膜 1 0 1 の外径を測定するものであってもよい。空洞共振器 1 0 5 は円筒状の主体部 1 0 5 - 1 に 1 対の同軸型コネクタ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 5 が取り付けられており、それぞれが同軸ケーブル（図示せず）でネットワークアナライザ 1 0 9 に接続されている。ネットワークアナライザ 1 0 9 とは、高周波特性が測定可能な測定器であり、本実施形態では、空洞共振器 1 0 5 の内部に励起された共振モードの共振周波数を測定することを目的として利用されている。コントローラ 1 0 7 とネットワークアナライザ 1 0 9 は演算処理装置 1 1 1 に接続されており、演算処理装置 1 1 1 では外径寸法データと周波数変動率から内径を解析的に算出している。演算処理装置 1 1 1 は表示部 1 1 3 に接続されており、表示部 1 1 3 により周波数変動と走行している中空系膜 1 0 1 の形状（特に内径と外径）をリアルタイムで確認することができる。

10

20

【 0 0 1 6 】

ここで空洞共振器 1 0 5 の構造について詳しく説明する。本実施の形態において、空洞共振器 1 0 5 は、円筒状の金属内壁面を有する主体部 1 0 5 - 1 と、前記主体部 1 0 5 - 1 の軸方向の両端をとじる 1 対の金属内壁面を有する側壁部 1 0 5 - 7、1 0 5 - 9 とを有し、前記 1 対の側壁部 1 0 5 - 7、1 0 5 - 9 は対向する略中央部分に貫通孔 1 0 5 - 1 1、1 0 5 - 1 3 を有している。主体部 1 0 5 - 1、側壁部 1 0 5 - 7、1 0 5 - 9 で利用される金属の種類は、例えば銅であり、これらの内壁面には例えば銀メッキが施してある。図 4 を参照すると、円筒状の主体部 1 0 5 - 1 の内壁寸法 D は例えば 46.4 mm であり、長さ L は例えば 23.2 mm である。貫通孔 1 0 5 - 1 1、1 0 5 - 1 3 の直径は例えば 5 mm である。空洞共振器 1 0 5 の円筒状の主体部 1 0 5 - 1 又は一方の側壁部 1 0 5 - 7 又は 1 0 5 - 9 には入力および出力のコネクタ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 5 が取り付けられている。図 4 においては、一例として、円筒状の主体部 1 0 5 - 1 にコネクタ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 5 が取り付けられている場合を図示している。入出力コネクタ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 5 は、同軸タイプであり、芯線の先端部付近が空洞共振器 1 0 5 の内部に露出している。入力コネクタ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 5 の芯線の他端は、ネットワークアナライザ 1 0 9 に電氣的に接続されている。また、空洞共振器 1 0 5 の主体部 1 0 5 - 1 と側壁部 1 0 5 - 7、1 0 5 - 9 は、同軸ケーブルのグランド側の網線によりネットワークアナライザ 1 0 9 のグランドに接続されている。そして、ネットワークアナライザ 1 0 9 から空洞共振器 1 0 5 に入力コネクタ 1 0 5 - 3 の芯線を介して入力される高周波電流により空洞共振器 1 0 5 の内部に構成されている空洞内に所定のモードの電磁界が形成されるようになっている。出力コネクタ 1 0 5 - 5 の芯線はネットワークアナライザ 1 0 9 に電氣的に接続されており、ネットワークアナライザ 1 0 9 は空洞内に発生している電磁界と結合し、空洞共振器 1 0 5 の内部の各モードに対応する共振ピークの位置すなわち共振周波数を検出する。図 4 に示すように、貫通孔 1 0 5 - 1 1、1 0 5 - 1 3 には、中空系膜 1 0 1 が挿入されている。また、図 4 に矢印 2 0 1 で示すように、中空系膜 1 0 1 は、上から下に向かう方向に走行している。但し、逆方向に走行してもよい。

30

40

【 0 0 1 7 】

本実施の形態において空洞内に形成させる電磁界モードは円形 TM_{01n} モードであり

50

、本実施形態では、最も共振周波数が低い円形 T M 0 1 0 モードの共振周波数を利用して
いる。円形 T M 0 1 0 モードは、図 6 に示すように、電界が円筒の軸方向の向きとなり、
磁界が円筒内壁面に平行の向きとなる。電界強度は、貫通孔 1 0 5 - 1 1、1 0 5 - 1 3
の付近で最大となるため、中空系膜 1 0 1 を挿入したときの周波数変動が大きくなり、従
って、測定精度が向上する利点がある。

【 0 0 1 8 】

中空系膜 1 0 1 を空洞共振器 1 0 5 の内部に挿入し、変動した共振周波数を測定するこ
とで内径を算出する解析的な手法について説明する。空洞共振器 1 0 5 の内部に誘電率を
持つ試料を挿入した場合、摂動理論を適応できる。T M 0 1 0 モードの円筒空洞共振器 1
0 5 の内部に、断面が円形の棒状試料を挿入した場合、試料挿入前と挿入後の共振周波数
をそれぞれ f_1 、 f_2 とすると、共振周波数の変化 δf は、マクスウェルの方程式からつ
ぎのようになる。

10

【 0 0 1 9 】

【数 1】

$$\delta f = f_2 - f_1 \quad (1)$$

【 0 0 2 0 】

【数 2】

$$\frac{\delta f}{f_1} = -\alpha_\epsilon(\epsilon - 1) \frac{\Delta V}{V} \quad (2)$$

20

【 0 0 2 1 】

ここで α_ϵ は中空系膜 1 0 1 の比誘電率、 V は空洞共振器 1 0 5 の空洞の体積、 V は試料
の体積である。 α_ϵ は共振モードに依存する定数で、円形 T M 0 1 0 モードの場合、
 $\alpha_\epsilon = 1.85517$ である。

【 0 0 2 2 】

なお、上記の式 (1)、式 (2) は、T M 0 1 0 モード以外の T M 0 1 n モードでも成
立する。但し、 n の値により α_ϵ の値が異なる。

【 0 0 2 3 】

中空系膜の断面形状を図 5 に示すようなものとする、

30

【 0 0 2 4 】

【数 3】

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{d_1^2 - d_2^2}{D^2} \quad (3)$$

【 0 0 2 5 】

ここで、 D は主体部 1 0 5 - 1 の内壁寸法、 d_1 は中空系膜 1 0 1 の外径、 d_2 は中空系
膜 1 0 1 の内径となる。式 (1)、(2)、(3) より、

【 0 0 2 6 】

【数 4】

40

$$d_1^2 - d_2^2 = \frac{D^2}{\alpha_\epsilon(\epsilon - 1)} \cdot \frac{f_1 - f_2}{f_1} \quad (4)$$

【 0 0 2 7 】

となり、試料挿入前の共振周波数 f_1 と比誘電率 ϵ をあらかじめ測定しておけば、中空系
膜の外径 d_1 に対応して内径 d_2 が以下のように求められる。

【 0 0 2 8 】

【数 5】

$$d_2 = \sqrt{d_1^2 - \frac{D^2}{\alpha_\varepsilon(\varepsilon - 1)} \cdot \frac{f_1 - f_2}{f_1}} \quad (5)$$

【0029】

「参考文献」小口文一、他 マイクロ波・ミリ波測定 コロナ社

つまり、既知の定数、予め測定しておいた共振周波数 f_1 と比誘電率、それに、現在同時に測定されている共振周波数 f_2 と外径 d_2 を式(5)に代入することにより、内径 d_1 を求められる。つまり、刻々と変化し得る可能性がある外径 d_1 を外径検出機 107 でリアルタイムに測定することができるばかりではなく、刻々と変化し得る可能性がある内径 d_2 もリアルタイムに測定することができる。

10

【0030】

[第2の実施の形態]

図2は、本発明による中空系膜内径測定装置の第2の実施の形態を示す概略図である。主な第1の実施の形態との相違は、比較用共振器 115 を追加しているところである。本実施形態においてネットワークアナライザ 109 は、中空系膜 101 が挿入された空洞共振器 105 の共振周波数と中空系膜が挿入されていない比較用空洞共振器 115 の共振周波数が同時に測定できるように4ポートのタイプ(キーサイト・テクノロジー製、E5071C)を用いている。本実施形態において、比較用空洞共振器 115 により中空系膜 101 を挿入しない状態における共振周波数 f_1 を常時測定することができる。従って、温度等の環境変化で基準となる共振周波数 f_1 が変動しても、この変動は、共振器 105 と比較用共振器 115 で共通であるため、この変動を随時補正できる機能を有している。

20

【0031】

つまり、第2の実施の形態では、既知の定数、予め測定しておいた比誘電率、それに、現在同時に測定されている共振周波数 f_1 、共振周波数 f_2 と外径 d_2 を式(5)に代入することにより、内径 d_1 を求められる。

【0032】

図8は、本実施形態における、周波数変動を測定した結果を示したものである。横軸に時間を縦軸に周波数変動、 $f = f_2 - f_1$ を示している。このときの中空系膜の走行速度は50m毎分である。図8によれば、中空系膜を挿入すると、共振周波数は約0.6MHz低くなることが確認できる。

30

【0033】

図9は、本実施形態における、中空系膜の外径および内径の測定結果である。外径は、外径検出器 103 より測定された数値であり、内径は、図8で測定された周波数変動と外径寸法値から、演算式(5)より求めている。このときの中空系膜 101 の比誘電率は、3.0である。図9からもわかるように、リアルタイムで外径および内径を確認することができるので、製造の過程で中空系膜の膜厚を管理することができ品質の向上に格別な効果を奏する。

【0034】

[第3の実施の形態]

図7は、本発明による中空系膜内径測定装置の第3の実施形態を示す空洞共振器の断面図である。本実施形態によれば、対向する貫通孔を繋げるようにパイプ状のガイド 105 - 15 が挿入してある。ガイド 105 - 15 の寸法は、貫通孔 105 - 11、105 - 13 に隙間無く挿入するため、貫通孔 105 - 11、105 - 13 の穴径より僅かに小さく、長さは空洞共振器 105 の長さより長い。本実施形態では、貫通孔穴径 105 - 11、105 - 13 が5mmに対し、ガイド 105 - 15 の外径が4.9mmであり、長さはLが23.2mmに対し30mmである。またガイド 105 - 15 の肉厚は、0.5mmである。材質は、共振周波数の変動に与える影響が少なくなるように比誘電率の低い(つまり、比誘電率が出来る限り1に近い)樹脂が好適であり、たとえばPTFE(ポリテトラ

40

50

フルオロエチレン) が用いられる。PTFEの比誘電率は、2.1である。このように空洞共振器の貫通孔105-11、105-13にガイド105-15を設けることで、中空系膜101の空洞共振器105への挿入がよりスムーズになり且つ空洞共振器105の内部にごみ等が混入するのを防止することができる。

【0035】

[その他追記事項]

本実施形態における周波数測定方法は、ネットワークアナライザ109を利用したものに限るものではなく、例えば、スイーパーと周波数カウンターの組み合わせでも良い。

【0036】

空洞共振器105、比較用空洞共振器115の材質は導電性の材料であればよく、銅に限るものではない。

10

【0037】

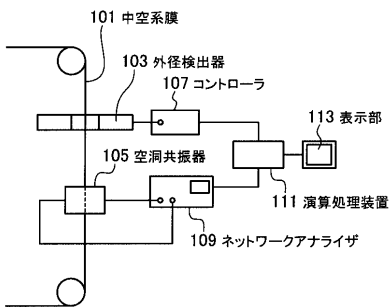
ガイド105-15の材質は低誘電率であれば、PTFEに限るものではない。

【0038】

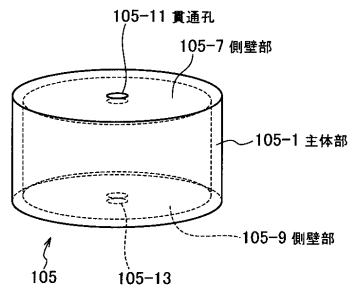
本実施形態における周波数測定方法は、中空系膜が連続走行している状態において、中空系膜の内径の測定を可能とするものであるが、外径検出器103で外径を測定した中空系膜の長手方向の位置と、空洞共振器105で共振周波数を測定した中空系膜の長手方向の位置との対応関係が取れる限り、中空系膜が連続走行している状態でない状態においても中空系膜の内径の測定をすることができる。

20

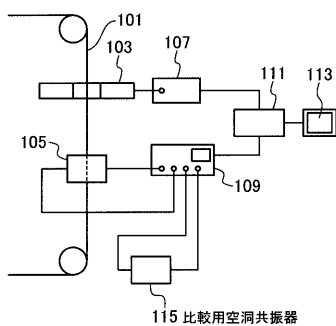
【図1】



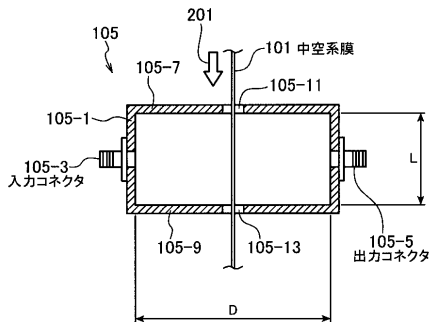
【図3】



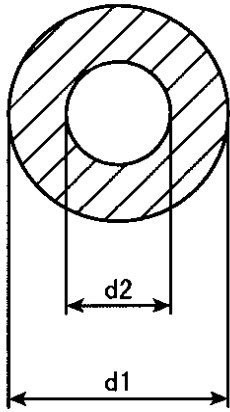
【図2】



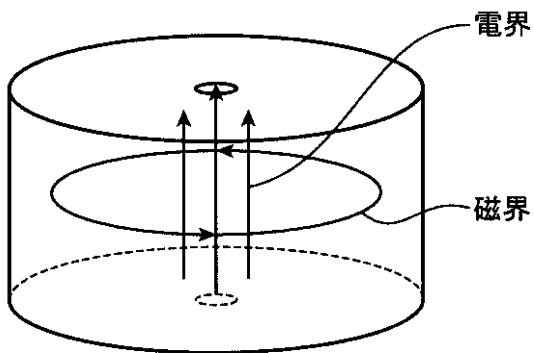
【図4】



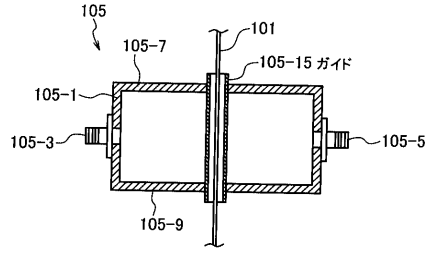
【図5】



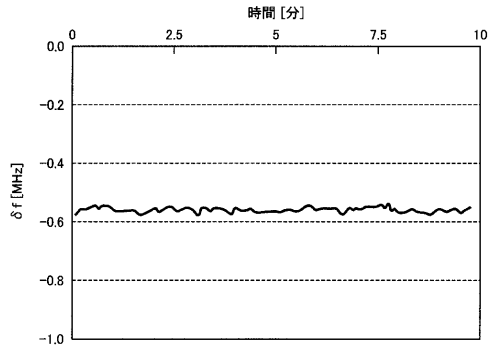
【図6】



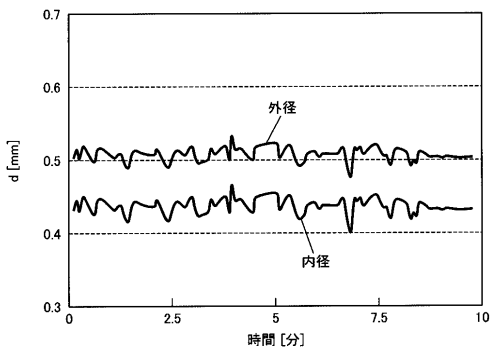
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA26 AA49 BB12 BB15 FF04 FF63 GG04 GG07 JJ19 JJ26
LL02 QQ23 QQ24 QQ31
2F069 AA39 AA40 AA46 AA60 CC01 CC09 GG04 GG07