

(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2005-121656

(P2005-121656A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>**G01F 1/58**

F 1

G01F 1/58  
G01F 1/58  
G01F 1/58

テーマコード(参考)

2 F 0 3 5

C  
E

審査請求 未請求 請求項の数 39 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-297951 (P2004-297951)  
 (22) 出願日 平成16年10月12日 (2004.10.12)  
 (31) 優先権主張番号 10347890.6  
 (32) 優先日 平成15年10月10日 (2003.10.10)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 591079203  
 アーベーベー・パテント・ゲーエムベーハ  
 —  
 A B B P A T E N T G E S E L L S C  
 H A F T M I T B E S C H R A N K T  
 E R H A F T U N G  
 ドイツ連邦共和国、68526 ラーデン  
 ブルク、バルシュタッター・シュトラーゼ  
 59  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100084618  
 弁理士 村松 貞男  
 (74) 代理人 100092196  
 弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

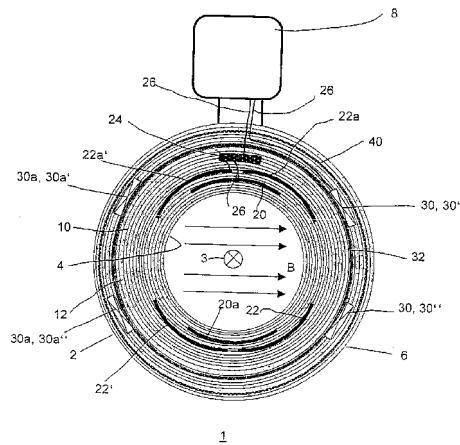
(54) 【発明の名称】流れる物質用の磁気誘導型の測定装置及びこの測定装置を製造する方法

## (57) 【要約】

【課題】安価に製造することができ、使用範囲の全幅を、非常に多様性の少ないバリエーションでカバーする磁気誘導型の測定装置を製造すること

【解決手段】流れる物質(測定物質)用の磁気誘導型の測定装置(1)は、物質を運ぶための部分システム(2)と、信号検出手段を有しつつ測定信号を検出するための少なくとも1つの部分システム(22, 22a)と、少なくとも2つの励磁コイル(30, 30a)及び強磁性体のコア(32)を有し、かつ磁界を発生させるための少なくとも1つの部分システムと、周囲側で装置を区画するための少なくとも1つの部分システムとを具備し、複数の部分システムのうちの少なくとも1が、全体的に又は部分的に、繊維複合材料からなる層によって形成されており及び/又は繊維複合材料の層に埋設されている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流れる物質（測定物質）用の磁気誘導型の測定装置（1）であって、物質を運ぶための少なくとも1つの部分システム（液圧システム、測定管）（2）と、信号検出手段を有しあつ測定信号を検出するための少なくとも1つの部分システム（信号を検出するための電極装置（20, 20a, 22, 22a））と、少なくとも2つの励磁コイル（30, 30a）及び強磁性体のコア（32）を有しあつ磁界を発生させるための少なくとも1つの部分システム（マグネットシステム）と、周囲側で装置を区画するための少なくとも1つの部分システム（ハウジング）とを具備してなる測定装置において、

前記複数の部分システムのうちの少なくとも1が、全体的に又は部分的に、纖維複合材料からなる層によって形成されており及び／又は纖維複合材料の層に埋設されていることを特徴とする測定装置。

**【請求項 2】**

前記測定管（2）は、全体的に又は部分的に、纖維複合材料の、特に、非導電性の纖維複合材料の層から形成されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 3】**

前記信号検出手段（20, 21, 22, 23）は、全体的に又は部分的に、纖維複合材料からなる層から形成されており及び／又は纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 4】**

前記マグネットシステム（30, 32）は、全体的に又部分的に、纖維複合材料からなる層から形成されており及び／又は纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 5】**

前記信号検出手段（20, 21, 22, 23）は、完全に、前記マグネットシステム（30, 32）は、完全に又部分的に、纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 6】**

前記ハウジングは、纖維複合材料から形成されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 7】**

前記信号検出手段（20, 21, 22, 23）及び前記マグネットシステム（30, 32）は、纖維複合材料からなる層によって形成された測定管（2）に埋設されていることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

**【請求項 8】**

前記測定管（2）は、種々の纖維複合材料の一連の層によって形成されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1に記載の測定装置。

**【請求項 9】**

前記測定管の肉厚は、前記複数の埋設された部分システムを有する前記測定管が、発生する液圧的及び機械的負荷を吸収することができるほどに厚いことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1に記載の測定装置。

**【請求項 10】**

前記信号検出手段は、少なくとも2つの測定電極（20）及び該測定電極に延びている給電線（26）及び／又は測定物質と電気的に接触するための基準電極（23）を有することを特徴とする1乃至9のいずれか1に記載の測定装置。

**【請求項 11】**

前記信号検出手段は、少なくとも2つの測定電極（20）、アウトフィールドに対し前記測定電極（20）を遮蔽する少なくとも2つの遮蔽電極（22）、並びに、前記電極に延びている前記給電線（26）及び／又は測定物質と電気的に接触するための基準電極（

10

20

30

40

50

23)を有することを特徴とする1乃至10のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項12】

前記測定電極、及び／又は前記遮蔽電極、及び／又は基準電極は、金属箔又は曲げ可能な薄板又は導電性のプラスチック又は導電性の纖維複合材料から形成されていることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項13】

前記測定電極は、孔あきの金属箔、金網又は導電性プラスチックの生地から形成されていることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項14】

前記信号検出手段は、電子式の信号変換器サブアセンブリ(24)を有し、給電線(26)が少なくとも前記測定電極(20, 21)の各々から前記信号変換器サブアセンブリ(24)へ延びていることを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項15】

前記強磁性体のコア(32)は、纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項16】

前記励磁コイル(30, 30a)は、前記強磁性体のコアと共に、纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項17】

前記強磁性体のコア(32)は、強磁性体の箔又は強磁性体の薄板又は強磁性体のワイヤ、又は強磁性体の金網から形成されていることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項18】

前記強磁性体のコア(31, 32)は、鉄又はフェロニッケル又はフェロコバルト又はフェロシリコン又はフェロアルミニウム又はフェライトから形成されていることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項19】

前記励磁コイル(30, 30a)は、纖維強化工ポキシ樹脂に埋設された銅線から形成されていることを特徴とする請求項1乃至18のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項20】

前記信号検出手段と、前記周囲側の装置境界面(6)との間には、少なくとも1つの遮蔽層(40)が、電界又は磁界又は電磁界に対して、纖維複合材料からなる層に埋設されていることを特徴とする請求項1乃至19のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項21】

前記遮蔽層(40)は、導電性の纖維複合材料から又は金属箔から又はメタルメッシュから形成されていることを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項22】

前記周囲側の装置境界面(6)には、電気的接触装置(8)が取着されていること、及び前記信号検出手段及び／又は測定用変換器及び前記コイルから、導電部材が前記電気的接触装置へと形成されていることを特徴とする請求項1乃至21のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項23】

前記電気的接触装置(8)は、測定用変換器を有することを特徴とする請求項1乃至22のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項24】

前記測定装置(1)は、物質の及び前記液圧システムすなわち測定管(2)の少なくとも1つの他の測定量を検出するための少なくとも1つの他の測定検出手段(50, 51, 52, 53, 56, 57, 58)を有することを特徴とする請求項1乃至23のいずれか

10

20

30

40

50

1に記載の測定装置。

【請求項 25】

前記測定装置(1)は、流れる物質の他の測定量を検出するための第1の他の測定検出手段(56)及び／又は前記液圧システムの測定量を検出するための第2の他の測定検出手段(57, 58)を有することを特徴とする請求項1乃至24のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項 26】

前記第1の及び／又は第2の他の測定検出手段(56, 57)は温度センサであることを特徴とする請求項25に記載の測定装置。

【請求項 27】

前記第1の測定検出手段は、圧力センサであるか、光学的な濁り度センサであるか、光学的な分析器であるか、画像伝送光電子構成素子であることを特徴とする請求項26に記載の測定装置。

【請求項 28】

前記第2の測定検出手段(58)は、ひずみ計であることを特徴とする請求項26に記載の測定装置。

【請求項 29】

前記他の測定検出手段(50, 51, 52, 53, 56, 57, 58)の測定信号から得られた情報によって、装置の診断、特に使用限度のモニタ及び／又は残りの寿命の算出が実行可能であることを特徴とする請求項24乃至28のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項 30】

前記物質側の装置境界面(4)は、ナノ構造になっており、低下した粘着性をもって形成されていることを特徴とする請求項1乃至29のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項 31】

前記物質側の装置境界面(4)は、ハスの葉の表面のように構成されていることを特徴とする請求項30に記載の測定装置。

【請求項 32】

繊維複合材料からなる前記層は、巻付技術で製造されていることを特徴とする請求項1乃至31のいずれか1に記載の測定装置。

【請求項 33】

流れる物質(測定物質)用の磁気誘導型の測定装置を製造する方法であつて、前記磁気誘導型の測定装置は、物質側の装置境界面及び周囲側の装置境界面を有し、物質を運ぶための少なくとも1つの部分システム(液圧システム、測定管)と、測定信号を検出するための少なくとも1つの部分システム(信号検出手段)と、磁界を発生させるための少なくとも1つの部分システム(マグネットシステム)とを具備してなる方法において、

前記複数の部分システムのうちのすべて又は幾つかを、全体的に又は部分的に、繊維複合材料からなる層によって形成し及び／又は繊維複合材料からなる層に埋設することを特徴とする方法。

【請求項 34】

繊維複合材料からなる前記測定管を、繊維複合材料の半製品をコアに層状に巻き付けることによって、製造し、前記信号検出手段及び前記マグネットシステムを前記測定管に包むことを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項 35】

前記信号検出手段及び前記マグネットシステムを、包み込みの前に、既に巻き付けられた測定管部分に位置決めし、仮に取り付けることを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項 36】

前記測定管を、樹脂で含浸された繊維半製品の層からなる、包み込まれた複数の部分システムで、巻き付け、続いて硬化することを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項 37】

前記測定管を、乾燥した繊維半製品の層からなる、包み込まれた複数の部分システムで

10

20

30

40

50

、巻き付け、続いて真空下で樹脂を染み込ませることを特徴とする請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 8】

部分的に異なる纖維複合材料を巻き付けることを特徴とする請求項 3 3 乃至 3 7 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 3 9】

部分的に非導電性の纖維複合材料及び導電性の纖維複合材料を巻き付けることを特徴とする請求項 3 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、請求項 1 の前提部分に記載の、流れる物質用の磁気誘導型の測定装置（以下、M I D ともいう）及び、請求項 3 3 の前提部分に記載の、流れる物質用の磁気誘導型の測定装置を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

流れる物質用の磁気誘導型の測定装置は、従来の技術では、長い間知られている。測定装置の原理的な構成及び作動原理は、例えば、非特許文献 1 に記載されている。作動原理に基づいて、磁気誘導型の測定装置は、導電性の流動物質の流量を測定するためにのみ用いられる。しかし乍ら、今日では、流量測定に追加して、測定管が全体的に又は部分的に充填されているか、あるいは充填されていないかの認識がなされる装置も知られている。

【0 0 0 3】

簡単かつ頑丈な機械的構成、特に、障害物又は可動部分を組み込んでいない真っ直ぐな測定管の故に、測定装置は、一連の工業的な加工プラント、例えば、水利経済の分野（飲用水及び廃水浄化における流量測定）で、化学工業及び石油化学工業の分野（水、酸、アルカリ液等の流量測定）で、薬品工業の分野及び食品産業の分野（水、果汁、ビール、乳製品等の流量測定）において好都合に用いられる測定装置になる。

【0 0 0 4】

可能な使用分野の広い幅は、多数の製品のバリエーションを貯蔵するという、今日メーカー側に存する必要性に反映する。

【0 0 0 5】

前提部分に係わるタイプの磁気誘導型の測定装置は、測定物質が貫流する測定管と、測定管に取着された他の部分システム、特に、信号を検出するための部分システム、磁界を発生させるための部分システム（単にマグネットシステムともいう）、環境による影響に対し保護するハウジング、測定装置の電気的インターフェースを検出（Aufnahme）するための接触装置を有する。

【0 0 0 6】

測定管は、今日では、通常、端部フランジを具備するか具備しない、他の装置要素及び部分システムを測定管に組み込むための、測定管の外周面に溶接された結合要素、その結合要素を具備するスチール管である。プロセス用配管系統への組込みは、フランジ取付によってなされるか、中間フランジ取付、いわゆるウェハ取付によってもなされることがある。

【0 0 0 7】

磁気誘導型の測定装置は、今日では、40 barまでのプロセス圧力による加圧に用いられる。このことは液圧システムの耐圧縮性及び耐変形性へ非常に高い要求をする。液圧システムにおける、圧力による変形、振動及び他の負荷は、測定管に取着された信号検出システム及びマグネットシステムにおける歪み及び形状のずれをもたらして、測定の測定精度及び再現性を悪化させることになる。

【0 0 0 8】

今日では、希な使用としては、部分的には測定管に埋設された測定電極及び遮蔽電極を

10

20

30

40

50

有する、セラミックからなる測定管及び熱可塑性樹脂からなる測定管が知られている。しかし乍ら、セラミックの測定管は高価でありかつ脆い。これらの測定管への複数の他の部分システムの取着は難しい。熱可塑性樹脂の測定管は低いプロセス圧力にしか使用できない。

#### 【0009】

信号を検出するための部分システムとして、今日では、導電性及び容量性の信号検出手段が知られている。導電性の信号検出手段の場合、電極は測定物質と直線的に結合されている。導電性の信号検出手段は、今日、通常、孔を通って測定管に導き入れられる2つの電極である。スチール管及び電極は電気的に互いに絶縁されなければならないので、スチール管を内部で非導電性の層で、いわゆるライナーで内張りすることが、今日では必要となる。測定装置の取付はこのことによって非常にコストがかかる。更に、電極と、測定物質と、この場合に効力を発する境界面作用との間の直接な接触の故に、測定課題に応じて異なった電極を用いなければならないという欠点がある。このことは、測定装置のバリエーションのかなりの多様さをもたらす。

#### 【0010】

容量性の信号検出手段の場合、電極は測定物質とは直線的に結合されていない。非導電性の管内張りに又は管内張りの後方にある平面状の電極が用いられる。更に、測定電極と測定管との間の遮蔽電極が、外への容量性の通過を妨げるために設けられている。

#### 【0011】

スチール製の測定管への容量性の信号検出手段の実現化は、スチール管の、電極の磁界との容量性の交換作用の故に、難しい。セラミック又は熱可塑性樹脂からなる測定管との組合せでは、容量性の信号検出手段がより容易に実現されるが、測定管の上記欠点を有する。

#### 【0012】

容量性の信号検出手段の拡大として、今日、幾つかの磁気誘導型の測定装置では、測定物質との電気的「アース」を形成するための少なくとも1つの基準電極が用いられる。

#### 【0013】

磁界を発生させるための部分システム（以下、単にマグネットシステムという）は、今日では、通常、極及び磁気回路を有する2つのコイルによって実現される。これらのコイルは測定管の周りに取り付けられる。取付の際に守られるべき形状的な許容差が非常に少ない。このことは、取付を、労力とコストをかかるものにする。

#### 【0014】

磁気回路は、通常、複数の重なり合うように積層されかつ互いにリベットで止められた薄板ストリップから実現される。この場合、薄板ストリップをこの形に製造するためには、複数の製造工程が必要である。

#### 【0015】

ハウジングは、今日通常の磁気誘導型の流量計（MID）では、かなりのコスト要因である。何故ならば、ハウジングは、例えばダイカスト法で製造された別々の半体から、あるいは薄板溶接構造として実現されるからである。

#### 【0016】

技術的な欠点は、ハウジング内の要素、例えば、ケーブルを、ハウジングのみの取付によっては位置的に固定することができないことがある。接続線の振動は、特に、容量性の信号検出手段の場合、かなりの信号妨害従つてまた測定誤差をもたらすことになる。

#### 【0017】

測定装置の電気的なインターフェースを検出するための接触装置は、測定装置を、送信機又は測定用変換器ともしばしば呼ばれる接続サブアセンブリに収容されている評価装置と接続させることができる。送信機は、空間的に、測定装置から離れているか、継ぎ箱に統合されていてもよい。

#### 【0018】

今日通常な製造工程は、一方では、装置のバリエーションにつき比較的少ない連続生産

10

20

30

40

50

の個数を特徴とし、他方では、装置の多数のバリエーションを特徴とする。測定装置のバリエーションは、例えば、異なった測定管の横断面及び測定管の肉厚によって異なる。その目的は、その時々の適用の流量及び圧力の範囲への適合を達成するためである。信号を検出しあつ磁界を発生させるための部分システムが液圧システムに機械的に取着されているので、各々のバリエーションは、液圧システムにおいて、取着された部分システムのための種々の取付ユニットを可能にする。

【非特許文献 1】測定・自動化技術の辞典、エルマール・シュリューファー編、V D I 出版 デュッセルドルフ 1992年、262乃至263頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

従って、本発明の課題は、安価に製造することができ、使用範囲の全幅を、非常に多様性の少ないバリエーションでカバーする磁気誘導型の測定装置を製造することである。

【課題を解決するための手段】

【0020】

この課題は、測定装置に関しては、請求項1の特徴部分によって解決され、測定装置を製造する方法に関しては、請求項33の特徴部分によって解決される。

【0021】

本発明では、磁気誘導型の測定装置の複数の部分システムのうちの少なくとも1が、全体的に又は部分的に、纖維複合材料からなる層によって形成されており及び／又は纖維複合材料の層に埋設されている。

【0022】

本発明の特に好都合な実施の形態では、測定管は、全体的に又は部分的に、纖維複合材料の、特に、非導電性の纖維複合材料の層に形成されている。

【0023】

纖維複合材料としては、特に、ガラス纖維強化プラスチック(GFK)が可能である。測定管を、他の構成要素の製造のための複合材料技術から知られた巻織技術によって製造することができるには好都合である。しかし、複合材料技術から知られた他の層構成技術も用いてもよい。

【0024】

巻織技術で形成された測定管を有する、本発明に係わる測定装置は、機械的安定性及び耐圧縮性を、化学的耐性及び電気的絶縁性と結合させる。巻織技術で製造された、GFK材料からなる測定管が、適切な直径の際に、数mmの肉厚で、管の機械的変形なしに、40barの管内圧力に持続的に耐えることが明らかになった。

【0025】

GFKから形成された測定管は電気絶縁体であるので、追加の絶縁性内張り(ライナー)は必要とされない。このことは測定装置の製造を著しく容易にしあつ安価にする。GFKの測定管との結合で、容量性の信号検出手段が実現されるとき、GFKの測定管と測定電極との間の容量性の交換作用は生じない。

【0026】

その代わりに、複合材料技術で知られた他の製造法も、例えば、適切な纖維プランク及び母材樹脂による追加の含浸に基づいている樹脂トランスファー成形(RTM)法あるいは予め含浸された材料に基づくプレプレグ／オートクレーブ法も用いることができる。

【0027】

充填材料としてのガラス纖維の代わりに、好ましくは非導電性の、しかし母材樹脂を機械的に強化する他の纖維材料、例えば、アラミド纖維、PE纖維又はケブラー纖維も用いることができる。

【0028】

纖維複合材料からなる測定管に他の部分システム、例えば、信号検出手段又はマグネットシステムを取り付けることが意図されるとき、それが、従来のように、ねじ又は締付に

10

20

30

40

50

よって行なわれるか、あるいは、複数の構成要素が、部分的又は完全な包み込みによって、所定の位置で、帯状の纖維合成材料によって固持される。

【0029】

しかしながら、好都合な実施の形態は、電極装置が、全体的に又は部分的に、纖維複合材料からなる層によって形成されており及び／又は纖維複合材料からなる層に埋設されていること、あるいは、マグネットシステムが、完全に又部分的に、纖維複合材料から形成されており及び／又は纖維複合材料からなる層に埋設されていることがある。

【0030】

纖維複合材料からなる層に電極装置を埋設することによって、電極を、これらの層の巻き付けの際に、容易に共に巻き付けることができる。通常は平面状の電極が用いられる、特に、容量性の信号検出の場合に、製造工程の著しい簡略化がなされる。

【0031】

この場合、電極は、曲げ可能な薄板、金属箔又は導電性の纖維複合材料、例えば、炭素纖維強化纖維複合材料からなってもよい。

【0032】

樹脂の誘電性特性（低い誘電性損失、高い誘電率、誘電率の適切な周波数応答）を、この場合、容量性の信号検出の要求に適合させることができる。このことによって、製品の可能な鋳造のバリエーションの幅が、今日通常の必要な物の一部分に減じられる。

【0033】

電極の埋設後に、給電線の、纖維複合材料からなる層への埋設が可能である。このとき、給電線は、大きなコストをかけることなく、無振動に保たれる。このことによって、測定精度及び妨害安全性の向上が結果として生じる。

【0034】

纖維複合材料への埋設によって、測定電極と測定媒体との間隔が、纖維複合材料からなる個々の巻付層の厚さまで、非常に小さく選択することができる。今日通常に用いられるGFK材料の場合、この個別層は0.1乃至3mmの範囲にある。測定媒体への付近は、結果として、高い結合容量従つてまたノイズの少ない信号検出を伴う。

【0035】

纖維複合材料への電極の包み込みの際に、これらの電極は孔あきの材料、例えば孔あきの金属箔、金網又は導電性プラスチックからなる生地からも形成されていてもよい。このような材料の場合の使用の利点は、マグネットシステムの磁気的な交番磁界によって引き起こされた渦流が、電極内で小さくならず、従つて、孔あきの材料でない場合より高い励磁周波数が用いられることがある。

【0036】

容量性原理に基づく作動のために必要であり、信号処理のためのインピーダンス変換器を、測定電極の直ぐ近くに、該測定電極と共に、纖維複合材料からなる層に埋設することができる。かくして、電極とインピーダンス変換器との間のスムーズな信号伝送が保証される。

【0037】

磁気回路も又は完全なマグネットシステムでさえ、纖維複合材料からなる層に埋設することができるのは、強磁性体の材料からなる曲げ可能な半製品を、「コイルから」適切な数の巻付で、纖維複合材料と共に、被覆することによってである。ここでも、巻付法を用いることは好ましい。

【0038】

このことによって、特に経済的な製造が可能となる。何故ならば、マグネットシステムにとって知られた製造法と異なって、基準直径に特有な予め成形された部分が最早必要ではなくて、標準半製品が使用されることがあるからである。

【0039】

更に、以下の技術的利点が達成される。すなわち、より良い作動状況が達成されることができるのである。何故ならば、磁束変化の際に常に生じる渦流が、多くの小さな粒子へ

10

20

30

40

50

の流速分布に基づき、従来の中実な形成物の場合ほどに良好に形成されないからである。このことによって、検出手段の従来のよりも高い励磁周波数を実現することが可能である。このことは、同様に、応答時間を短縮する。このことによって、より迅速なシステムが生じる。更に、標準流体ノイズとのノイズ比が大きくなるので、妨害されない信号が結果として生じる。

#### 【0040】

同時に、僅かな鉄損が生じる。従来の装置との比較で僅かな出力で作動をすることができる。このことによって、省エネが記録される。あるいは、出力が変わらないとき、より高い信号レベルで作動をすることができる。このことによって、同様に、信号・ノイズ比が改善される。

10

#### 【0041】

他の利点は、強磁性体のコアが纖維複合材料からなる層に埋設されているとき、強磁性体のコアの位置固定が非常に良好であることがある。従来のシステムの場合には高いコストをかけねばならないが、（機械的手段又は追加の貼着によって）振動不感症の及び耐衝撃性のシステムを構成することが重要であるときは、このことは、纖維複合材料に埋設されたマグネットシステムの場合に自動的にかつ追加のコストなしになされる。

#### 【0042】

温度分布は、同様に、従来のように製造されたマグネットシステムの場合よりも好都合である。従来よりも均等な温度分布が調整される。

20

#### 【0043】

更に、マグネットシステムの追加的な腐蝕保護を行なう必要がない。何故ならば、マグネットシステムは、埋設によって、完全に保護されているからである。

#### 【0044】

実際また、マグネットシステムの部分は纖維複合材料から形成されていてもよい。例えば、纖維強化工ポキシ樹脂母材に埋設された銅線の薄層からコイルを作ることできる。

#### 【0045】

ハウジングが纖維複合材料から形成されてなる実施の形態は、特に好都合である。このことによって、ロジカルに順番に生じる複数の製造段階のうちの一段階として、あるいは、安価な別個の製造段階としても、ハウジングを安価に形成することができる。

30

#### 【0046】

信号検出手段の及びマグネットシステムの電気的及び磁気的構成要素の事前組立後に、これらの構成要素は、纖維複合材料からなる層の被覆によって、ハウジング機能を実現する層で囲繞される。コスト上の利点は、この製造段階のためにわずかな材料及び製造時間しか必要としないことから生じる。

#### 【0047】

技術的な利点は、すべての構成要素が、この場合、素晴らしい方法で、持続的に位置的に固定されてことから生じる。何故ならば、使用された半製品は、ほとどの任意の表面配置にも適合するからである。

#### 【0048】

ハウジングの巻付へ、電磁的な雑音電界に対する遮蔽層（EMFシールド）を包み込みによって統合することができる。この遮蔽層は、銅等又は導電性の纖維複合材料から、例えば炭素纖維強化樹脂製の、メタルメッシュ又は金網からなる例えば巻付可能な半製品で製造することができる。

40

#### 【0049】

最後に、信号検出手段及びマグネットシステムが、纖維複合材料からなる層によって形成された測定管に埋設されてなる、本発明に実施の形態は、特に好都合である。この実施の形態では、まず、測定管が纖維複合材料で巻かれ、次に、その上に、順々に、マグネットシステム及びハウジングが、上述の如くに、巻かれる。この実施の形態の利点は、すべての部分システムの、纖維複合材料からなる層への、結果としての統合によって、非常に安価に製造可能な測定装置が得られることにあり、この測定装置は、個々の部分システム

50

の埋設の記述の際にすべての上述した利点を、追加的に一体化する。

【0050】

本発明の他の好都合な実施の形態及び改善並びに他の利点は、他の従属請求項から読み取られことができる。

【0051】

本発明の13の実施の形態が示されている図面を参照して、本発明並びに本発明の他の好都合な実施の形態及び改善を詳述する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0052】

図1は磁気誘導型の測定装置1の横断面を示している。この測定装置は、物質側の装置境界面4及び周囲側の装置境界面6を有する測定管2と、接触サブアセンブリ又は送信機とを具備する。測定管2は纖維複合材料の層によって形成されている。纖維半製品10からなる各々の層が、合成樹脂12と共に複合材料を形成している。図1には、積層は、横断面で、同心円によって示されている。半製品の連続的な巻回による他の種類の積層では、螺旋状のパターンが生じるだろう。

10

【0053】

測定管を纖維複合材料から製造するためには、複合材料技術で知られた各々の方法を、適切な型で用いることができる。個々の纖維複合材料層の典型的な厚さは、ほぼ0.12mm乃至3mmである。

【0054】

MIDには、管軸線3に対し垂直に2つの向かい合っている測定電極(電極装置)20, 20aと、各々測定電極を外側に対し遮蔽する遮蔽電極(電極装置、信号検出手段)22, 22aとを有する容量性の信号検知手段部分システムが設けられている。遮蔽電極は、ここでは、測定供給線26用のダクトを空けておくために、分けて設計されている(22, 22'; 22a, 22a')。

20

【0055】

これらの電極20, 20a, 22, 22aは、平面に広げられた状態で実質的の矩形である周囲輪郭を有する平面状の金属薄板又は箔から形成されており、測定管の軸線3に対し平行に、シリンドリジャケットのセグメントの形に設けられている。

30

【0056】

電極20, 20a, 22, 22aは、孔あきの材料、例えば金網又は導電性プラスチックからなる生地からも形成されていてもよい。

【0057】

図1には、測定電極20, 20aは、物質側の装置境界面から約4つの巻回層の間隔をあけて設けられている。個別層の厚みを0.5mmと仮定すれば、このことは、2mmの間隔に対応する。2mmの肉厚の纖維複合材料は、許容されない変形が生じることなく、40barまでの管内圧力に耐えることができる。図1に示したMIDの信号検出手段部分システムは、管内圧力に基づく許容されない機械的変形に晒されない。

【0058】

変形によって装置に損傷が引き起こされるか、電極又は他の付属部材が変形により管へと移動されて、測定精度が低下されるとき、特にそのとき、変形は許容されない。

40

【0059】

電極20, 20a, 22, 22aの近くには、電子式の信号予備処理サブアセンブリ24、すなわち実質的にはインピーダンス変換器及び信号前置増幅器が、電極20, 20a, 22, 22aから信号予備処理サブアセンブリ24へ及び信号予備処理サブアセンブリ24から送信機8に延びている測定信号供給線と同様に、層に埋設されている。

【0060】

図1に示した本発明に係わるMIDを製造するために、纖維強化プラスチックからなる構成部材の知られた製造技術からの方法、ここでは特に巻織方法が借用される。この場合、以下に記載のプロセス段階が実行される。

50

## 【0061】

第1として、金属、例えばアルミニウムからなるシリンダ状のコアに、第1の内層が巻き付けられる。この内層は、いわゆるローピングの形の、樹脂で含浸された纖維から、あるいは、例えば測定管の全幅に合せて切断されておりかつ適切な纖維層を有するいわゆるプレハブ部分 (Gelege) の形の、纖維半製品からなる。

## 【0062】

この第1の層には、幾つかの他の層が巻回され、そこに、測定電極が固定され、幾つかの他の纖維半製品層によって包まれる。

## 【0063】

測定電極が既に第1の纖維半製品層に取り付けられるだろう。この場合なら、測定電極 10 は測定物質のもっと近くにあるだろう。このことは測定のもっと高い感受性を意味する。

## 【0064】

固定は、プレハブ技術 (Gelege-Technik) 技術では、例えば貼着点によってなされることができる。続いて、包み込みが注意深くなされるとき、電極の非常に高い位置決め精度が達成される。

## 【0065】

これに応じて、続いて、遮蔽電極 22, 22a、信号供給線 26 及び信号変換器サブアセンブリ 24 が扱われる。続いて、壁部が幾つかの他の層によって厚くされる。

## 【0066】

第2として、マグネットシステムの諸部分、強磁性体のコア及び励磁コイル (以下、単にコイルともいう) は、同様に、まず、仮に固定され、続いて、包み込まれ、従って最終的に固定される。励磁コイルは、図1に矢印Bによって示されるように、磁界が管の中心軸線 3 に対し垂直に及び測定電極 20 と 20a との間の結合線に対し垂直に延びているように、取着される。

## 【0067】

マグネットシステムでは、非常に高い測定精度を達成することが意図されているときは、非常に高い位置決め精度、特に、僅かな揃れが重要である。巻付が注意深くなされるときは、達成された幾何学的正確性は非常に高い。かくて、コイルの及びコアの1°よりも少ない揃れを達成することができる。

## 【0068】

今や、環境による影響に対するマグネットシステムの保護を達成するためには、更に幾つかの他の層が巻回される。続けて、導電性の材料、例えば纖維半製品からなる、例えば導電性の炭素纖維のような導電性の材料からなる遮蔽層 40 が巻回され、該遮蔽層に幾つかの最後の外側の保護層が巻き付けられる。外側の保護層はすべての外的な影響から保護する。それ故に、測定装置は、全体として、適切な保護分類、例えば I P 68 を満たす。この場合、これらの保護層は、測定管が GFK の半製品から形成されているときは、他の半製品から、例えば、アラミド纖維強化材料からなっていてもよい。

## 【0069】

ここでは図示しないが、追加の遮蔽層を電極とマグネットシステムとの間に埋設することもできる。

## 【0070】

巻付の際には、測定信号線 26 及び供給線を、個々の巻付層の間を通って、コイル 30 及び信号変換器サブアセンブリ 24 へ導かねばならない。

## 【0071】

巻付が完成した測定管には、次に、接触装置 8 も固定される。このことは、螺着又は貼着によってか、再度、テープ状の半製品による包み込みによってなされることができる。それ故に、ソケット及び場合によっては操作・表示要素は接近可能である。

## 【0072】

この場合、接触装置 8 はあるいは接触のためにのみ用いられ、電子式のサブアセンブリを全然有さず、測定装置を電気的にシステムの周囲に接続するために用いる接続要素 (エ

10

20

30

40

50

エネルギー供給及び信号伝送)のみを有する。しかし、接触装置は、バスケーブルを介してか、ワイヤレスで、無線送信機、ブルートゥース又は他の入手可能な信号伝送プロトコルによって信号処理、濾過、記憶及び伝送をするための既に多様な機能性のサブアセンブリを有することもでき、通常は、送信機と呼ばれる。

#### 【0073】

最後に、最後の段階として、コアが再度除去されるのは、コアが、硬化が終わった管から引き出されることによってである。この場合、コアの加熱のような知られた技術を支援的に利用することができる。

#### 【0074】

製造方法の変更の実施の形態は、ライナー材料、例えば熱可塑性樹脂からなるシリンダ状のチューブがコアとして用いられることにある。例えば、圧縮ガス(例えば圧縮空気)を加えることによって、チューブを、必要なシリンダ状の形にもたらすことができる。構成要素及び部分システムがすべて埋設された纖維複合材料をライナーに被覆した後に、ライナー・コアを、再度、引き出すことによって除去することができる。

#### 【0075】

ここでは図示しない他の実施の形態では、ライナーは、纖維複合材料層の被覆後に、測定装置の内部に留まる。このことにより、結果として、この変更の実施の形態では、纖維複合材料からなり従来のライナーを有する前提部分に記載の測定装置が得られる。

#### 【0076】

図2乃至13には、図1に示した上に詳述された実施の形態の、最終的とは見なされない数の、変更の実施の形態が示されている。従って、以下、実質的に、図1に示した実施の形態とは異なる部材を述べる。この場合、同一の又は同一に作動する部材又はサブアセンブリは、同一の参照符号を有する。

#### 【0077】

図2は、容量性の信号検出手段を有する、本発明に係わるMIDの縦断面図を示している。測定電極及び遮蔽電極20, 20a, 22, 22aにおいて破線で示した縁取りは、これらの電極が、測定管2の第1の巻付層の後方に、埋設された状態で設けられていることを示している。これらの電極は測定物質とは直接の接觸を有しない。

#### 【0078】

その他の点では、図2に示した測定装置の構造は実質的に図1に示した構造に対応している。但し、測定管の内側には環状の基準電極(信号検出手段)23が埋設されたので、この電極は測定物質と電気的に接觸していることを補足しておく。信号線は基準電極23から信号変換器サブアセンブリ24へ伸びている。電極の幾つかの構造では、測定用の基準電位を測定物質に印加することが必要であり、そのためには基準電極23が用いられる。

#### 【0079】

基準電極23を、金属薄板から、一部分の金属箔又は導電性の纖維複合半製品から製造するのは、基準電極をコアに直接に設置し、続いて第1の巻付層によって包むことによってである。コアの除去後に、基準電極は測定物質と直列的に結合している。

#### 【0080】

測定管2の表面輪郭は、巻付技術に基づいて、広い範囲で構成することができる。図2は、例として、2つの側方の密閉面5へ及び中央へ太くなった部分を有する測定管を示している。密閉面と中央の間には、各々の凹面状の狭隘部分がある。接触装置8は、部分的に、測定管壁部に入れられ、そこでしっかりと貼着又は圧縮される。

#### 【0081】

図2に示した測定管の結合は、例えば、ウェハ取付又は中間フランジ組込み技術でなされる。

#### 【0082】

図3は本発明に係わるMIDの変更の実施の形態を示している。この変更の実施の形態は、図1に示した実施の形態とは、実質的に、容量性の信号検出手段が実現されている点

10

20

30

40

50

で異なっている。測定電極（信号検出手段）21，21'は測定物質と直流通じて結合しており、測定管2内での測定物質の流れ方向は矢印Fによって示されている。測定電極は図3では矩形の電極として示されているが、当然乍ら、ほぼ任意に、例えば、円形に又は卵形に成形されていてもよい。測定電極の延出は容量性の電極よりも著しく小さくて、通常では、数mm乃至数cmの直径を有する。測定電極21は、基準電極の埋設に関して図2で記載したのと類似の方法により、纖維複合材料からなる層に埋設されている。測定電極21のために選択される材料は、従来のMIDでの材料に応じて定められており、所望の使用に応じている。

#### 【0083】

しかし乍ら、MIDの本発明に係わる、図3に示した構造では、測定管は非導電性の纖維複合材料から形成されているので、従来の原理の使用の際には、絶縁性の内張り（ライナー）を引き入れる必要性は省かれる。測定電極21を、マグネットシステム30，30'，30''，30a，30a'，30a''，32，32'，32''と共に、管壁部材料に直接埋設することができる。このことはこのような測定装置の製造を著しく容易にする。

#### 【0084】

本発明に係わるMIDの、図4に示した実施の形態は、図1に示した実施の形態とは、物質側の装置境界面4がナノ構造になっており、低下した粘着性をもって、例えばハスの葉の表面のように形成されている点で異なっている。利点は、媒体に接触する管内面が、このことにより、自己清浄性を得て、測定物質からの沈殿物に対し抵抗力を有することにある。ハスの葉の表面の原理に基づく自己清浄作用は、表面がナノメートルの尺度での構造を有し、測定物質からの粒子の沈殿の際に、表面張力と接着力の所定の比率が前記構造によって形成され、それ故に、表面における粒子の有効な接着力が著しく低下していることに基づいている。粒子は、既に、測定物質の通常の流れによって再度取り除かれることができる。このことによって、管内面4は何時でも自己清浄される。

#### 【0085】

物質側の装置境界面4におけるナノ構造は、例えば、適切な母材がシリンダ状の金属コアの表面に付着され、そのとき、構造が、纖維複合材料からなる第1の層の巻回の際に、この纖維複合材料に成形されることによって、形成されることがある。他の可能性は、シリンダ状の金属コアでの第1の層として、薄いプラスチック層が、例えば遠心分離による被覆又は浸漬によって被覆され、この層に母材のナノ構造が成形されることにあるだろう。続いて、その上には、纖維複合材料からなる第1の層が被覆される。そうならば、物質側の装置境界面は、薄い、ナノ構造のプラスチック層によって形成されるだろう。他の部分システムのための機械的安定性及び支持機能は、纖維複合材料という構造材料によって保証されるだろう。

#### 【0086】

図5は、ハウジング201のみが纖維複合材料から形成されており、これに対し、複数の他のサブアセンブリが従来のように構成されてなる本発明の実施の形態を示している。特に、測定管202は、内部でプラスチックの内張り401（ライナー）によって内側に内張りされているスチールの測定管である。測定管の外面には、2つの励磁コイル30，30aと、強磁性体のコア32とを有するマグネットシステムが、知られた取付手段33a，33b，33c，33d，33e，33f，33g（これらは固定部材、ボルト、ねじ、締付部材及び類似の部材）によって、取着されている。取付手段は図5では略示されているだけであり、ここでは、詳述する必要はない。何故ならば、これらの取付手段はMIDの製造分野の当業者にはよく知られているからである。信号検出は、2つの向かい合っている導電性の電極21（そのうち1つのみが見られる）によってなされ、管の中心軸線F及び磁界方向Bに対し垂直に取着されており、測定媒体すなわち測定物質と直流通じており、スチール管から電気絶縁されている。マグネットシステムの回りには、纖維複合材料の層からなるハウジング201が、上記方法によって形成されている。ハウジングには、導電性の材料からなる遮蔽層40が挿入されている。図5に示した、ハウジ

10

20

30

40

50

グの中空シリンダ状の鋳造は、纖維複合材料による層形成方法によって生じる複数の成形可能性のうちの1つにすぎない。ハウジングを形成する層は、マグネットシステムの輪郭にも多かれ少なかれ適合することができる。

#### 【0087】

図6に示した実施の形態は、ライナー401と、測定物質と直流的に接触する電極21を用いる容量性の信号検出手段とを持つ従来のスチール測定管202を有する。ここでは、図5に示した実施の形態と異なり、励磁コイル30, 30a及び強磁性体のコア32を有するマグネットシステムは、例えば、図1で上述した方法で、遮蔽層40と同様に、ハウジングを形成する層に埋設されている。送信機8の下面は部分的に最上のハウジング層に挿入されており、送信機の2つの外面は、2つの固定用ベルト9によって、送信機がいわばしっかりと巻き付かれることによって、ハウジングに固定されている。固定用ベルトは纖維複合材料からも形成されており、ハウジングも構成するのと同一の巻回方法で被覆される。

#### 【0088】

図6及び5に示した実施の形態における測定管202は、当然乍ら、セラミックからもなり、埋設されたか、測定管に取着された容量性の信号検出電極を有する。

#### 【0089】

図7に示した実施の形態は、測定信号を検出するための部分システムのみが容量性の信号検出システムとして形成されており、纖維複合材料からなる層に埋設されており、このことによって、測定装置の纖維複合材料の埋設すなわち層19が生じ、これに対し、複数の他の部分システムは従来の方法で構成されてなるMIDを示す。測定管204は、ここでは、セラミックの管であるが、熱可塑性樹脂の管でもあるだろう。測定管には、例えば、図1で上述した方法で、測定電極及び遮蔽電極20, 20a, 22, 22aが、信号線26(見易さという理由から図7にはすべての信号線が示されている訳ではない)及び信号変換器サブアセンブリ24と共に、纖維複合材料からなる層に埋設されている。まず、纖維複合材料の1つの又は複数の層が測定管に直接被覆され、その後、測定電極20, 20aが取り付けられる。

#### 【0090】

図7に示した実施の形態では、典型的には、4つの測定電極対20a, 20a', 20b, 20b', 20c, 20c', 20d, 20d'を有する多電極装置が示されている。測定電極対20a, 20b, 20c, 20dが測定管の内側側面の夫々1つのセグメントを覆う。このような多電極装置によって、流量測定の他に、水準検出及び水準測定を行なうこともできる。容量性の多電極装置による水準検出及び水準測定のこの方法は、従来の技術で原理的に知られている。水準検出及び水準測定は4つの測定電極対に限定されず、3つの、4つの、5つの、6つの、7つの、8つの又はそれより多い数の電極対が設けられてもよい。測定のこの方法と、纖維複合材料からなる層への測定電極対の埋設とが、図7に示した実施の形態で示されたように組み合わされるときは、大きな利点、すなわち、測定電極対が非常に正確に位置決めができる、埋設後には動かないように固定されており、測定用導線が最早振動もずれもせず、電極に近いインピーダンス変換器及び信号変換器サブアセンブリ24にある信号前置増幅器が、製造コストが減少したのに、測定精度の向上という結果を生むという利点が生じる。

#### 【0091】

マグネットシステムは、図7に示した実施の形態では、従来のように励磁コイル30, 30a及び磁気回路のための強磁性体のコア31から構成され、磁気回路を形成し、固定手段33a, 33b, 33c, 33d, 33e, 33f, 33gによって、纖維複合材料の埋設19に固定されている。ハウジング202も、従来のように構成されかつハウジング構成手段34a, 34b, 34c, 34dによって取着された金属製ハウジングである。

#### 【0092】

送信機は、ここでは、信号を無線で送信(矢印Rで示されている)するための、従って

またMIDを無線で上位のプロセス制御システムに結合するための無線の信号送信ユニットを有する。

#### 【0093】

図8に示した実施の形態では、励磁コイル30, 30a及び強磁性体のコア32を有するマグネットシステムのみが、例えば、図1で上述された方法で、纖維複合材料からなる層に完全に埋設されている。かくして生じる纖維複合材料の埋設19は、従来のスチールの測定管202を内張り401及び導電性の電極21で囲繞する。ハウジング206も、この実施の形態では、従来の方法で、金属から形成されている。この実施の形態の利点は、マグネットシステムの非常に高い幾何学的精度があって、測定管、信号検出手段及びハウジングに関して定評のある部分システムを維持しつつ、安価に製造できることにある。

10

#### 【0094】

図9は、マグネットシステムが、部分的に、纖維複合材料からなる層に埋設されてなる本発明に係わるMIDの、その実施の形態の縦断面図を示している。強磁性体のコア32は纖維複合材料からなる層に埋設されており、励磁コイル30, 30aは、固定手段33a, 33b, 33c, 33d, 33e, 33f, 33gによって、纖維複合材料技術による層構造から結果として生じる纖維複合材料の埋設19に固定されている。励磁コイル30, 30aが纖維複合材料の埋設19に固定されていて、強磁性体のコアが、従来の方法で、埋設に取り付けられてもいるだろう。

20

#### 【0095】

図9に示した実施の形態は、MIDの従来の構成方法に比較して、マグネットシステムの固定の際に、依然として、コスト上の利点と、幾何学的精度の向上とを供し、同時に、製造方法の、図8又は6に示した実施の形態より余り大幅な転換を要しない。

20

#### 【0096】

図10は、測定管のみが纖維複合材料からなる層によって形成されており、複数の他の部分システム、例えば信号検出手段、マグネットシステム及びハウジングが従来の方法で構成かつ取り付けられていてなる、MIDの本発明に係わる実施の形態の、その横断面を示している。纖維複合材料からなる測定管2には、対の導電性の信号電極21が埋設されている。この実施の形態は、纖維複合材料からなる測定管が非導電性、高い機械的安定性、圧力負荷の下での耐変形性、同時に、高い化学的耐性を有するという利点を供する。内側の内張り層を被覆する必要性はなくなる。今日では従来の技術で製造されるMIDでは、測定管が測定装置の全コストの非常に高い割合を占めるので、図10に示された実施の形態によって、複数の他の部分システムを製造する定評のある方法を維持しつつ、製造工程の僅かな変更によって、それだけでもう、著しく安価な製造を可能する。

30

#### 【0097】

本発明に係わるMIDの、図11に横断面として示された実施の形態では、測定管2は一部分纖維複合材料から、一部分他の材料から形成されている。測定管の内部18は、例えば、直流的に側定物質に接触する対の電極21が導電性の信号検出手段として埋設されてなる熱可塑性樹脂からなる。熱可塑性樹脂からなる内管の回りには、例えば、図1で記述された方法で、纖維複合材料からなる層すなわち纖維複合材料の埋設19が被覆されている。このとき、熱可塑性樹脂からなる内管は、除去可能な金属コアの代わりに、コアとして用いられ、金属コアと異なり測定装置に留まる。纖維複合材料から管の外部を形成することによって、測定管は、全体的に、機械的安定性、耐圧縮性及び耐変形性を得る。熱可塑性樹脂のみではこれらの性質を有しない。この実施の形態の利点は、測定物質に対し絶縁するための内張りを挿入する必要のない熱可塑性樹脂の非常に安価な管の、場合によつては存する製造が、用いられ、そのとき、熱可塑性樹脂管の低い耐圧縮性という欠点が、纖維複合材料による積層によって解消されることにある。マグネットシステム及びハウジングのような他の部分システムは、従来のように製造される。導入される生産ラインの転換は非常に僅かである。

40

#### 【0098】

今日通常でありかつ利用可能なすべてのMIDは、流れる物質の流量の測定に焦点を合

50

せており、更に、測定物質からの又は測定装置自体の他の測定量に関する追加の情報が出て、例えば診断目的に用いられてなる追加の測定手段を有しない。図12は、従来の技術のこの欠点を解消する、本発明に係わるMIDの実施の形態を、縦断面図で示している。図12に示した測定装置は、図2に横断面で示しかつ記述した測定装置に実質的に対応している。しかし、更に、図12に示した実施の形態では、纖維複合材料からなる層に、複数の他のセンサが埋設されている。

#### 【0099】

測定物質側の装置境界面4の近くには、第1の温度センサ(測定検出手段)56が埋設されている。この温度センサは、基準電極23又は測定電極20, 20aの埋設の際の措置に類似して、層構造の、図1で記述した方法で、適切な位置に固定かつ巻回される。第1の温度センサ56を、測定物質側の装置境界面4の非常に近くにか、測定物質と直接接觸して埋設することができる。それ故に、測定物質の、管の内壁における温度を、温度センサによって良好に検出することができる。温度センサとしては、今日では小型でも入手できるすべての通常のタイプ、例えば抵抗性の温度センサ、熱電対又は半導体温度センサが可能である。

#### 【0100】

周囲側の装置境界面6の近くには、第2の温度センサ(測定検出手段)57が埋設されている。温度センサによって、測定管の管壁部温度又は周囲温度を検出することができる。2つの温度センサのセンサ信号の処理が送信機8でなされるが、信号変換器サブアセンブリ24でもなされるだろう。

#### 【0101】

2つの温度センサ56, 57によって算出された温度値の相違から、纖維複合材料の形状寸法及び材料特性の情報の下で、熱流、及びそれから、測定物質と周囲との間で交換されたエネルギーが計算される。従って、装置の許容される使用限度の維持をモニタすることができる。測定管の又は測定装置全体の残りの寿命も、検出された温度値に基づいて評価することができる。この目的のために、送信機8では、又は既に信号変換器サブアセンブリ24では、更に、マイクロプロセッサが、上記寿命モデルがソフトウェアとして実行されているメモリと、統合される。温度値がそこに記憶され、そのとき、温度の履歴が入力量として寿命モデルに供給される。予想される残りの寿命が計算され、送信機を介して、上位のプロセス制御システム又はプラントオペレーティングシステムでの表示又は再処理のために更に送られる。

#### 【0102】

第1の他の測定検出手段56は、温度センサに追加して、圧力センサであってもよい。この測定検出手段は、図1で記述した方法で、管内部で測定物質と液圧で接觸しつつ、纖維複合材料からなる層に埋設されるだろう。このような測定装置によって、流れる物質の圧力及び流量が同時に測定されるだろう。

#### 【0103】

更に、測定管の内面と、外面との間のほぼ中央には、ひずみセンサ(測定検出手段)58が埋設されている。これは、例えば、ひずみ計、あるいは金属ベースの又は半導体ベースのひずみ計からなるブリッジ回路におけるひずみ計装置であってもよい。ひずみセンサ58によって、巻付本体(Wickelkoerper)における機械的応力状態が算出される。複数のひずみセンサを複数の個所で測定管に分布して埋設することができる。かくして得られた情報から、測定管の多軸の応力状態を計算することができ、かくて、各々の組込み状態における許容される荷重をモニタすることができる。

#### 【0104】

図13は、測定管が、該測定管に埋設されていてかつ信号を検出するための及び磁界を発生させるための部分システムと共に、透明な纖維複合材料に埋設されてなる本発明に係わるMIDの、その実施の形態を縦断面図で示している。層状に構成された纖維複合材料からなる構成部材が透明にされることがあるのは、樹脂で予め含浸された層からの巻回後に高真空で硬化がなされる場合である。何故ならば、GFK材料の場合のガラス纖維が

10

20

30

40

50

透明だからである。纖維複合材料の不透明は、樹脂内の多くの小さな混入空気の存在に理由を有する。真空処理の際に混入空気が除去されるので、纖維複合材料はこれによって透明になる。

#### 【0105】

透明な纖維複合材料からなる測定管の場合、追加的に、光学的な作動原理に基づく複数のセンサが埋設することができる。図13に示したMIDでは、右に、光源(測定検出手段)53と、該光源に向かい合っている光学的な受信機(測定検出手段)52とからなる光学的な測定チェーン(optische Messkette)が、纖維複合材料からなる層に埋設されている。光源53及び受信機52の光学的窓(optische Fenster)は、汚染に対する保護の理由から、透明な纖維複合材料からなる薄層によってのみ、測定物質から隔てられている。

10

#### 【0106】

かくして、一連の光学的測定方法が実現され、かくて、測定物質からの他の測定量に関する追加の他の情報が得られることができる。

#### 【0107】

例えば、光源53は所定の波長に同調されたレーザダイオードであってもよい。受信機に到達する光強度を、レーザダイオードによって放射された光強度に比例して測定することによって、測定物質における光吸收は、特有な波長で算出され、そこから、測定物質の組成の判断が得られる。従って、原理的には、小型の吸収分光測光計が、透明な纖維複合材料からなる測定管に埋設可能である。光源53が広いスペクトルを放射するとき、受信機52に記録された全強度と送信された光強度との割合から、測定物質の混濁に関する情報が得られることができる。このことは、例えば、醸造におけるプロセスをモニタするために測定装置を用いる際に、非常に好都合であった。

20

#### 【0108】

図13の測定管2の左側には、複数の光学センサが、外側で、取付要素60a, 60b, 60c, 60dによって、測定管に取着されている。このことは、非常に敏感な光学構成素子、例えば、樹脂の硬化の際に場合によって生じる温度上昇によって損なわれる光学構成素子が用いられるとき、好都合である。

#### 【0109】

光学センサ構成素子としては、例えば、光学的撮像チップ、例えば、デジタルカメラに使用されるCCDチップが可能である。このような撮像サブアセンブリと、メモリ機能付きのマイクロプロセッサで受信機8にプログラムされた画像処理ソフトウェアとを用いて、自動的な光学式の測定物質モニタを実行することができる。流量測定の際に、同時に望ましくない阻害物体があるか否かで、例えば、果汁のような、流れる透明な食料品がモニタされるだろう。

30

#### 【0110】

前記の複数の実施の形態は、本発明に係わるMIDのすべての可能な実施の形態を最終的に示している訳ではない。本願は、ここでは記さないが、ここに記載した実施の形態又はその部分からの組合せによって生じるすべての他の実施の形態も対象にしている。特に、マグネットシステムの構成の際に、図1乃至4に記載した実施の形態とは異なり、まず励磁コイルを巻付本体に固定し、次に強磁性体のコアをそこに固定するという措置を講じることができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0111】

【図1】信号検出手段及びマグネットシステムが、纖維複合材料からなる層に形成されているMIDの、その横断面を示している。

【図2】追加的に基準電極が埋設されている、図1に示したMIDの、その縦断面図を示している。

【図3】導電性の信号検出手段を有する、図1に示したMIDの縦断面図を示している。

【図4】物質側の装置境界面がナノ構造であってなる図1に示したMIDの横断面図を示す

50

している。

【図5】ハウジングが纖維複合材料から形成されてなるMIDの縦断面図を示している。

【図6】ハウジングが纖維複合材料から形成されてなるMIDの、他の変更の実施の形態の縦断面図を示している。

【図7】信号を検出するための部分システムのみが纖維複合材料の層に埋設されてなるMIDの横断面図を示している。

【図8】マグネットシステムのみが、完全に、纖維複合材料からなる層に埋設されてなるMIDの縦断面図を示している。

【図9】マグネットシステムのみが、部分的に、纖維複合材料からなる層に埋設されてなるMIDの縦断面図を示している。

【図10】測定管のみが纖維複合材料から形成されてなるMIDの横断面図を示している。

【図11】測定管が、部分的に、纖維複合材料から形成されてなるMIDの横断面図を示している。

【図12】温度及び歪みを測定するための追加のセンサが管壁部に埋設されてなるMIDの縦断面図を示している。

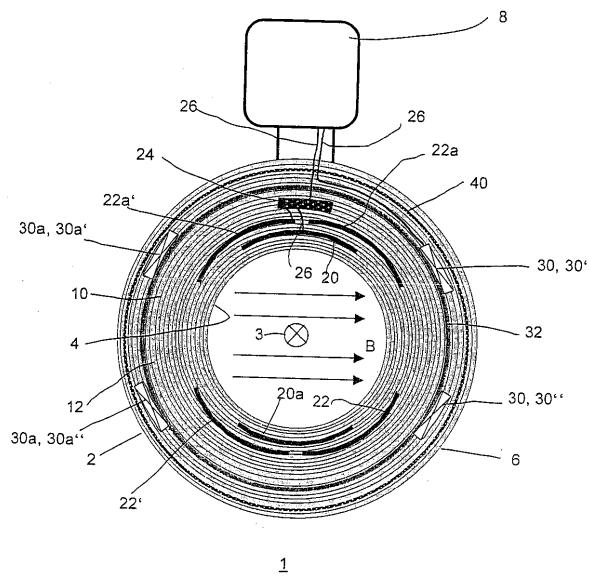
【図13】追加的に複数の光学的な分析器が設けられてなるMIDの縦断面図を示している。

#### 【符号の説明】

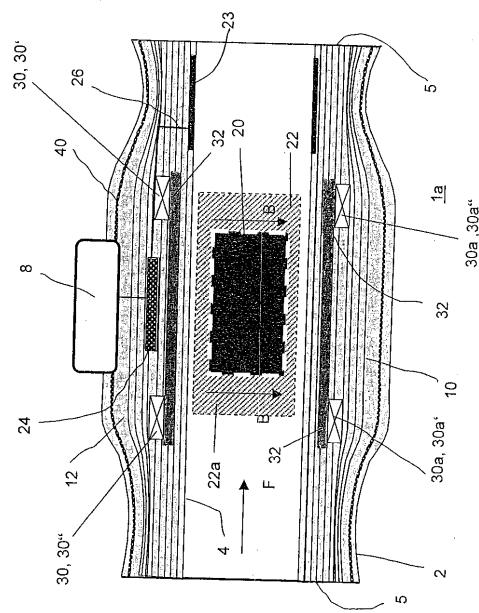
##### 【0112】

- 1 測定装置
- 2 測定管
- 20 測定電極、
- 20a 測定電極
- 22 遮蔽電極
- 22a 遮蔽電極
- 30 励磁コイル
- 30a 励磁コイル
- 32 強磁性体のコア

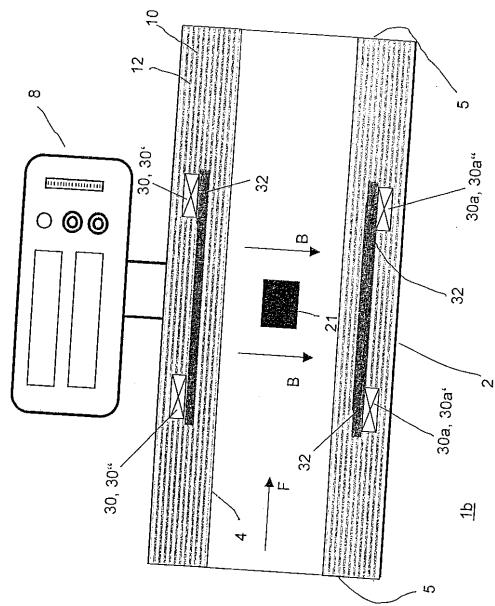
【図1】



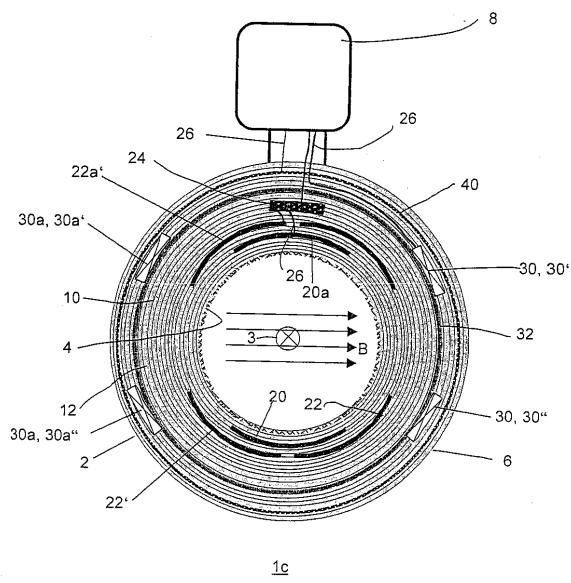
【図2】



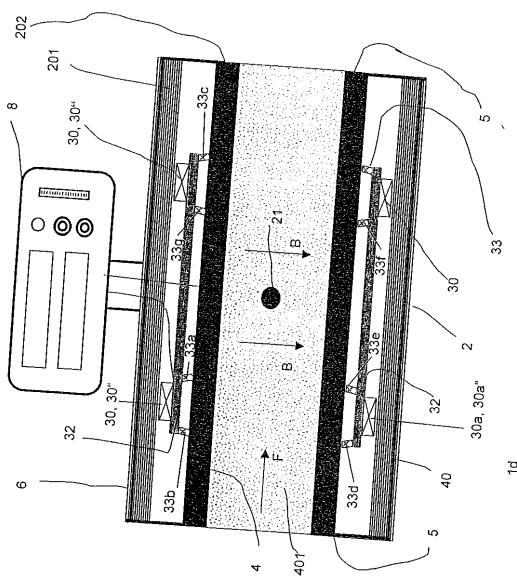
【図3】



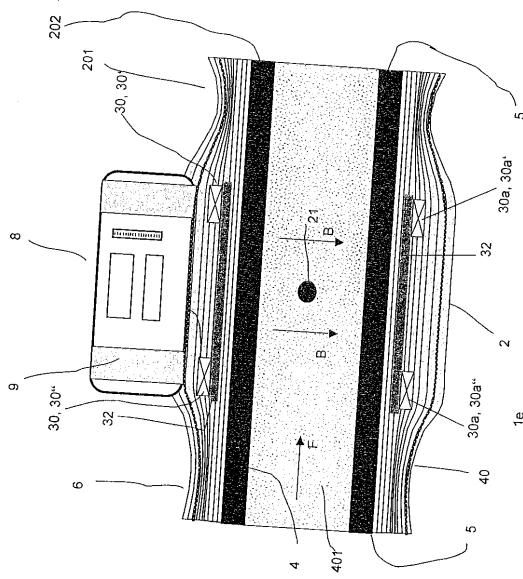
【図4】



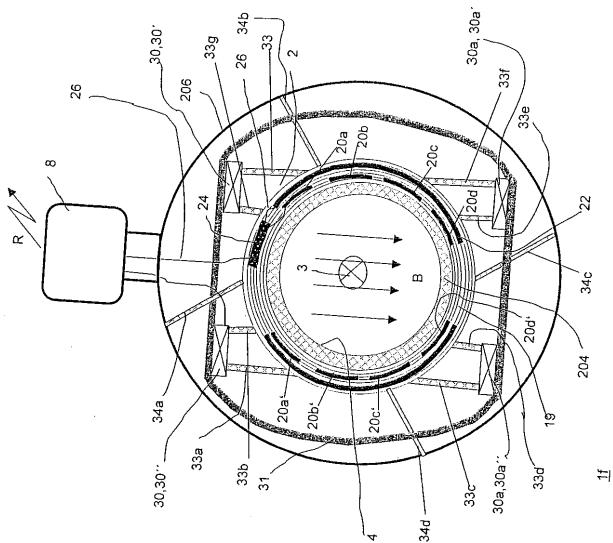
【 図 5 】



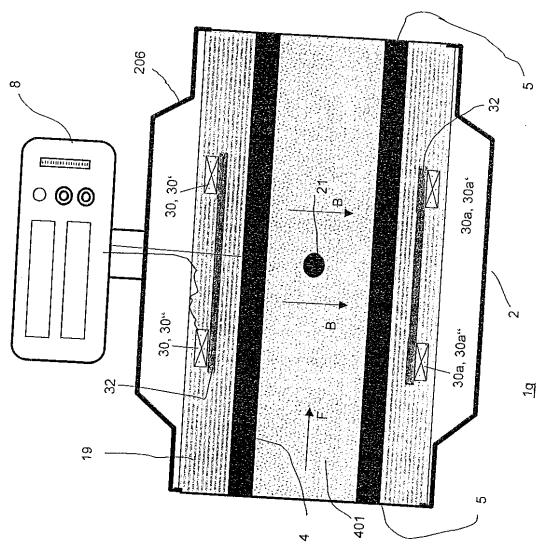
【 図 6 】



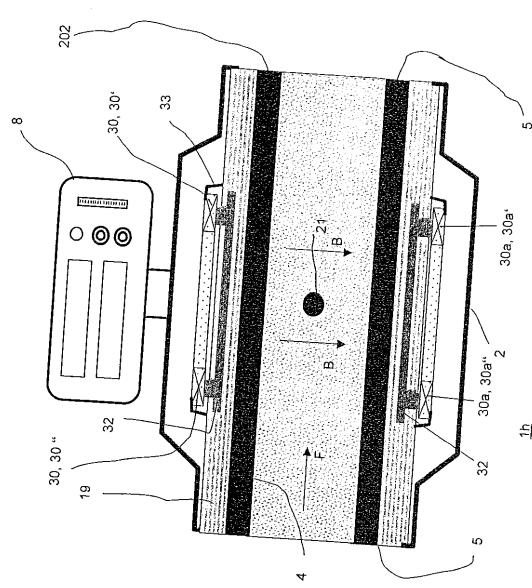
【図7】



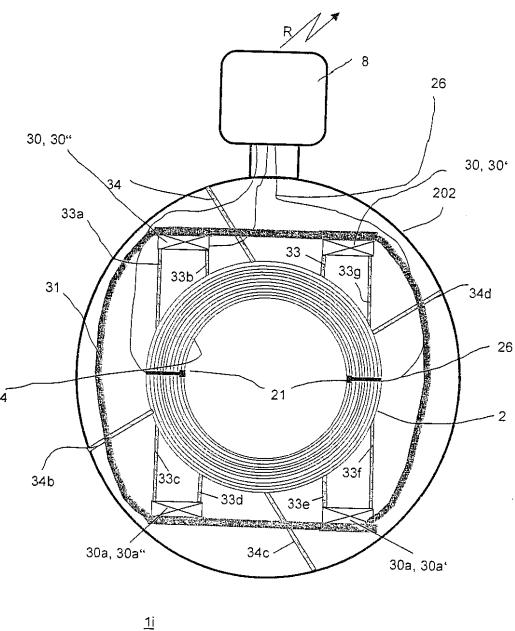
【 図 8 】



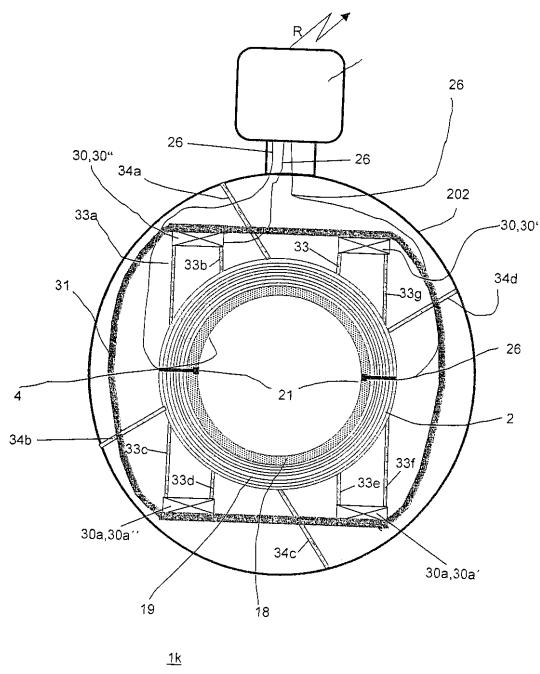
【図9】



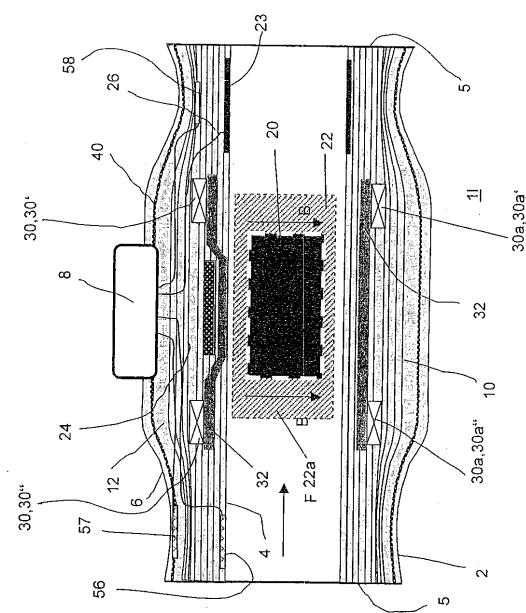
【図10】



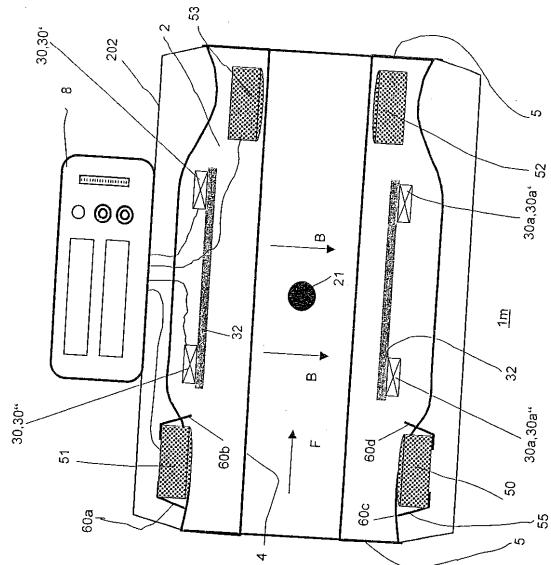
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ディルク・フィブレヒツ  
　　ドイツ連邦共和国、6 9 1 2 1 ハイデルベルク、ベルクシュトラーセ 146
- (72)発明者 ハンス・ペルナー・シュビデルスキー  
　　ドイツ連邦共和国、3 7 1 7 6 ネルテン ハルデンベルク、オベレ・ドルフシュトラーセ 28
- (72)発明者 ギュンター・ラシェ  
　　ドイツ連邦共和国、3 4 4 3 4 ボルゲントライヒ、ゼバスティアンシュトラーセ 14
- (72)発明者 アルノ・エリッヒ・エーラー  
　　ドイツ連邦共和国、3 7 1 2 4 ロスドルフ、マシュ 21
- (72)発明者 ディーター・ケーゼ  
　　ドイツ連邦共和国、3 7 1 9 4 バールスブルク、ローデバッハ 6
- (72)発明者 ドミニク・アイフェル  
　　ドイツ連邦共和国、6 8 7 2 3 シュベツツインゲン、ハインリヒ ハイネ シュトラーセ 7
- (72)発明者 エニート・アザー  
　　ドイツ連邦共和国、6 8 3 0 9 マンハイム、ビルケナウエルシュトラーセ 7
- (72)発明者 アンドレアス・テーネ  
　　ドイツ連邦共和国、3 7 1 5 4 ノルトハイム、オストプロイセンシュトラーセ 11
- (72)発明者 ラルフ・フック  
　　ドイツ連邦共和国、6 3 4 5 7 ハナウ、テオドア ホイス シュトラーセ 10
- (72)発明者 ポルフガング・ショルツ  
　　ドイツ連邦共和国、3 2 4 2 7 ミンデン、ゾンネンカンプ 11
- (72)発明者 ファブリツィオ・ロリト  
　　イタリア国、マイランド、ビア・マエストリ・カンピオネシ 29
- (72)発明者 アルブレヒト・フォーゲル  
　　ドイツ連邦共和国、7 6 2 9 7 シュトゥッテンゼー、シェーンブッヒバーク 8
- (72)発明者 パウル・スツァーツ  
　　ドイツ連邦共和国、6 8 7 2 3 プランクシュタット、フリードリヒシュトラーセ 5

F ターム(参考) 2F035 BA02 BB04 BC03