

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4378287号
(P4378287)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int. Cl. F I
BO1D 63/02 (2006.01) BO1D 63/02
DO1F 1/08 (2006.01) DO1F 1/08

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-543960 (P2004-543960)	(73) 特許権者	502216886
(86) (22) 出願日	平成15年10月9日(2003.10.9)		ベコー テヒノロギース ゲーエムベーハ
(65) 公表番号	特表2006-502844 (P2006-502844A)		ー
(43) 公表日	平成18年1月26日(2006.1.26)		ドイツ ニュース 41468 イム タ
(86) 国際出願番号	PCT/DE2003/003374		ウベンタル 7
(87) 国際公開番号	W02004/035181	(74) 代理人	100083138
(87) 国際公開日	平成16年4月29日(2004.4.29)		弁理士 相田 伸二
審査請求日	平成18年8月1日(2006.8.1)	(72) 発明者	コッホ ベルトルド
(31) 優先権主張番号	10248139.3		ドイツ ニュース 41468 ビュツス
(32) 優先日	平成14年10月16日(2002.10.16)		トラーゼ 4
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(72) 発明者	ミュラー マーカス
(31) 優先権主張番号	10259661.1		アメリカ合衆国 オレゴン州 97701
(32) 優先日	平成14年12月18日(2002.12.18)		ベンド エミリーコート 62812
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空系モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気流のための吸気口(20)と、
 排気流のための排気口(22)と、
 透過流のための取入れ口(26)と、
 透過流のための排出口(28)と、
 モジュール軸(30)と、
 複数の中空系と、

を備え、

それぞれの中空系は、前記吸気口(20)から前記排気口(22)まで伸ばされると共に、その内部が各中空系の一端において前記吸気口(20)及び各中空系の他端において前記排気口(22)に連通され、

前記中空系は、中空系円筒コイルを形成するように多層(40, 42, 44)に巻き付けられ、

各層(40, 42, 44)は、内面が仮想円筒(35, 36, 37)により規定されると共に、該円筒(35, 36, 37)に螺旋状に螺旋角で巻き付けられた多くの中空系を有し、

前記中空系は、互いに間隙aで前記円筒上に等しい間隔で配置され、

1つの層を為す全ての中空系が+の巻き角に傾斜し、隣り合う層を為す全ての中空系が-の巻き角で傾斜するという点において、該1つの層(例えば、40)が該隣り合

10

20

う層（例えば、42）と異なり、

各中空系は、前記円筒の周りを少なくとも1周りの360°巻かれ、

各中空系は、交差するように下層に横たえられた中空系に対して摩擦で保持される反面、前記吸気流の流れを阻害しない程度の内部断面が確保される大きさの引っ張り歪みを有した状態で巻かれた、

ことを特徴とする中空系流体分離モジュール。

【請求項2】

回転自在で、かつ10gから200gの間の重さのダンサーローラーを前記中空系に支持させた状態で配置し、

該中空系には、該ダンサーローラーの自重により引っ張り力が作用するようにする、
ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

10

【請求項3】

最下層の層である第1層（40）は、該層（40）の仮想円筒を形成するチューブ（32）上に配置された、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の中空系流体分離モジュール。

【請求項4】

前記取入れ口（26）が、前記チューブ（32）に形成された軸方向穴（29）を少なくとも1つ有する、

ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の中空系流体分離モジュール

20

【請求項5】

前記巻き角は、15°と75°との間の範囲である、

ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

【請求項6】

1つの層における2つの中空系間の距離aは、中空系の内径の1倍から10倍の範囲である、

ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

【請求項7】

前記全ての中空系は同じ長さである、

ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

30

【請求項8】

交差部における中空系の自由内部断面が、該交差部外における中空系の内部断面の90%より大きいように、前記引っ張り歪みが選択される、

ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

【請求項9】

最も外側の巻き層は、他の層よりもきつく巻くと共に、循環ガスのための取入れ口（26）或いは排出口（28）を有する殻（34）により囲まれている、

ことを特徴とする請求項1に記載の中空系流体分離モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、気体や液体の流体を分離するための中空系流体分離モジュールであって、吸気流のための吸気口と、排気流のための排気口と、透過流のための取入れ口と、透過流のための排出口と、モジュール軸と、複数の中空系とを有し、それぞれの中空系は前記吸気口から前記排気口まで伸ばされ、その内部が、各中空系の一端において前記吸気口及び他端において前記排気口と連通する構成のモジュールに関する。本発明は、より具体的には、乾燥されるべきガスを吸気流として供給し、乾燥されたガスが排気流であり、透過流が循環ガスにて形成される中空系乾燥モジュールに関する。また、前記中空系流体分離モジュールは、透過流が前記中空系の内部に流され、吸気口及び排気口が前記中空系の外表面と連通するというように、逆に作動されても良い。

50

【背景技術】

【0002】

多孔質管の表面に中空系が配置された中空系乾燥モジュールであって、中空系が直線状に、モジュール軸に対して傾けて配置されたものは知られている（例えば、特許文献1参照。）。ラジアル面では、それぞれの層における中空系が、互いに2°から10°だけオフセットしている。1つの層における全ての中空系は、平行であり、隣接される層の中空系とは交差している。それらの中空系は、巻き体（winding body）に1巻きも巻き付けられておらず、該巻き体の端面から端面へ伸ばされているだけである。

【0003】

乾燥モジュールとしても利用される中空系流体分離モジュールが知られている（例えば、特許文献2参照）。中空系の巻き角は、その軸長に沿って変化している。

10

【0004】

中空系乾燥モジュールであって、中空系がコイル・キャリアに螺旋状に間隙を開けないうで巻かれたものが知られている（例えば、特許文献3参照）。補強用の糸状体であって、前記コイル・キャリアに巻かれたものが利用されている。

【特許文献1】米国特許第3,794,468号明細書

【特許文献2】米国特許第5,837,033号明細書

【特許文献3】米国特許第5,702,601号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

中空系流体分離モジュール、より具体的には、現在大いに商品化されている中空系乾燥モジュールは、吸気口と排気口との間に複数の平行な中空系を有しており、それらの中空系は、おおよそ均一に、かつ真っ直ぐに延設されている。そのようなタイプの乾燥モジュールにおいては、中空系の局所密度は一定とはならず、実際には密集が局所的に生じる。乾燥されるべきガス（軸方向に沿って流入及び流出し、前記吸気口から前記排気口へ大体真っ直ぐに流れるガス）にとって都合の良い状態が得られるけれども、中空系の全ての外面に均一に循環ガスを流すことは難しい。さらに、循環ガスは、そのモジュールの中で半径方向に均一に広がるのが難しいことが見い出されている。

【0006】

30

上述した各文献の中空系流体分離モジュールは、規則正しく配置された中空系により構成されている。；このことは、配列密度が局所的に多くなったり少なくなったりすることを回避して、循環ガスが中空系の外壁の回りにより均一に流れることを可能にする。しかしながら、中空系モジュール、より具体的には、乾燥モジュールに特有の有利な構成は得られていない。従来のもジュールでは、中空系は大体軸方向に伸ばされている。中空系の長さは、モジュールの軸長の少なくとも1.5倍、より好ましくは3倍のモジュールが望まれる。しかし、これらのモジュールは、中空系の位置が互いにずれてしまわないように十分に強い巻きを有すべきである。上述の従来のもジュールにおいては、中空系は大抵は巻き体の端面と端面との間に伸ばされているだけで、巻き付けられてはいないので、上述のような中空系の“位置ずれ”は実際のところあり得ない。

40

【0007】

本発明の目的は、上述のような公知の中空系モジュール、より具体的には中空系乾燥モジュールに鑑み、強い巻きを有し、端から端までのモジュール軸長が短いにもかかわらずかなり長い中空系を収容し、全ての中空系の内部と該中空系の周りの外部の体積の好適な比を得ることを可能にするモジュールを提供することである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

この目的は、次のような中空系流体分離モジュールによって達成される。すなわち、吸気流のための吸気口と、排気流のための排気口と、透過流のための取入れ口と、透過流のための排出口と、モジュール軸と、複数の中空系と、を有するモジュールであって、

50

それぞれの中空系は前記吸気口から前記排気口まで伸ばされ、
その内部が、各中空系の一端において前記吸気口及び他端において前記排気口と連通
され、

前記中空系は、中空系円筒コイルを形成するように多層に巻き付けられ、
各層は、内面が仮想円筒により規定されると共に、該円筒に螺旋状に螺旋角 で巻き
付けられた多くの中空系を有し、

前記中空系は、互いに間隔 a で前記円筒上に等しい間隔で配置され、1つの層を為す
全ての中空系が + の巻き角に傾斜し、隣り合う層を為す全ての中空系が - の巻き角で
傾斜するという点において、該1つの層が該隣り合う層と異なり、

各中空系は、前記円筒の周りを少なくとも1周りの 360° 巻かれ、

各中空系は、交差するように下層に横たえられた中空系に対して摩擦で保持される反面、前記吸気流の流れを阻害しない程度の内部断面が確保される大きさの引っ張り歪みを有した状態で巻かれた、

ことを特徴とするモジュールである。

【0009】

本発明によれば、中空系膜束の周りの流れは、循環空気（浸透流を意味する）の側
において最適化される。本発明によれば、中空系の内壁の膜表面の水蒸気浸透性を利用し、
さらには、循環ガスが水蒸気を吸収する能力から最大の効率をモジュールが得られるよう
に、前記個々の中空系膜を互いに配置することが出来る。最大の効率は、浸透流が膜系の
外壁の周りに案内されてきたときに成し遂げられる。この目的のため、前記循環ガスの流
れは最適化されるべきである。これは、溝の形状やスピードとの関係で得られる。本発明
では、これら全てが可能である。それは、循環ガスをどのようなラジアル（半径方向）面
内においても半径方向に均一に流し、軸方向の流れを得ることで可能となる。前記ガスは
、膜系の外面の周りに循環される。前記モジュールは、利用のそれぞれの目的のため、距
離 a を変化させ、そして前記巻き角 を変化させることによって最適化されるかも知れな
い。最終的には、前記中空系の寸法（外径及び内径の両方を意味する）もまた、変化させ
ることができる。これらの外径や内径の変化は、分離される各層毎にすることができる。
しかしながら、1つのモジュールにおいては、好ましくは、同じ設計方針（design
principle）に従って製作された中空系が使用される。

【0010】

本発明は、より具体的には、特に強い膜系の巻きを得る。その膜系は少なくとも1回
は仮想円筒の回りに巻かれているので、膜系は、例えば、機械的作用により移動させられ
るおそれがある。その移動により、巻きの状態が乱され、中空系の周りの流体の流れが、
最初とは異なったものになってしまう。ここで本発明が提案する解決方法は、十分な引っ
張り歪みを有する状態に中空系を巻くことである。中空系が巻かれている間の引っ張り歪
みは、該中空系が、真下に配置された中空系に摩擦で保持される程度に十分大きなもの
である。

【0011】

機械的荷重は中空系を大きく移動させることはできない。反面、前記引っ張り歪みは
、中空系が、新しく巻かれた中空系と下になる中空系との交差部で、中空の内部断面が著
しく小さくならない程度に小さいものである。それらの交差部では、中空系は僅かに押圧
されている。その結果が、強い巻きに繋がる。また、僅かな位置合わせ精度も得られる。

【0012】

前記巻きの張力の兆候（indication）は、一般的には、前記第2層から先
の前記中空系に見られる。前記第1層とは異なり、第2層より外の中空系は、もはや円筒
には連続的には接触しておらず、それら（第2層から先の中空系）は、単に、下層の中
空系にクロスするようにしっかりと置かれているに過ぎない。したがって、該第2層から、
中空系は実質的に点接触となっている。交差するように配置された下層の中空系と接触す
る点では、僅かな圧痕が形成される。該第2層から、中空系は実質的に点接触となってい
る。中空系の張力の全体の効果は、下層の中空系と接触する点によりサポートされる。該

10

20

30

40

50

接触する点では中空糸は僅かに変形している。これらの変形は、内部断面に著しく影響するほどのもの（通路が狭くなるという意味）であってはならない。

【0013】

強い巻きは、正の巻き角（“s”-方向）の層と負の巻き角（“z”-方向）の層とを交互に配置するという公知の方法を使って得られる（米国特許第5,299,749号明細書参照）。隣接される層との接触点における中空糸への荷重が適正な範囲内に維持されるように、前記中空糸の歪みが調整される。1つの層において隣り合う中空糸間の間隙により、螺旋状に方向付けられた溝が透過流、より具体的には循環ガスのために形成される。それら（1つの層に複数形成された溝）は、隣接される層に形成された溝（螺旋状に方向付けられた溝）であって対応するものと連通される。このことは、軸方向の、例えばうねるような流れを起こさせる。この流れは、螺旋状の流れに加えて起こる。また、これら2つの流れは、1つの層における中空糸間の間隙aや、巻き角や形状（例えば、中空糸の形状）を変更することにより、互いに影響され、調節される。半径方向の浸透性（radial permeability）が一樣に浸透側（permeate side）で得られることは、特別に重要である。；この浸透性は調整可能である。また、各モジュールの端部で封入部（potting）が形成されることは重要である。巻き付けられている中空糸1つ1つへ自由にアクセス出来ることから、全ての中空糸を覆った形で選択的に封入部を形成することが出来る。

10

【0014】

本発明は、長い巻きチューブ（予備成形物と呼ばれるもの）の周りに中空糸を巻くことを可能にする。その予備成形物は、後で（封入した後で）、該封入部分の所定の位置にて、複数の短いモジュールに分割されるかも知れない。非常に好適な加工がこのようにしてなされ、非常に好適な製品がこのようにして得られる。巻き工程において反転ポイント等に形成される、巻きの軸端部の余剰部分は、個々のモジュールを（前記予備成形物から）形成する際、及び直接分離するタイプのモジュールを形成する際には、もはや重要ではない。

20

【0015】

好ましくは、下の層はチューブ（該層の仮想円筒を形成するもの）に巻き付けられる。このようにして、巻きは、より一層の機械的安定性を得る。その特別に有利な点は、前記透過流、より具体的には前記循環ガスの出口通路及び入り口通路を形成する、放射状の通路をこのチューブが有していることである。その出口や入り口は、好ましくは軸端に近接する部分に形成される。好ましくは、出口（或いは入り口）は、入り口（或いは出口）が配置されていない方の軸端部分に配置され、また、最も外側の層に配置される。1つの層において隣接される中空糸間の間隙、及び1つの層から他の層への巻き角の符号の入れ替わりは、前記透過流の軸方向への浸透及び流れをもたらす。全体的には、好適な流路、より具体的には、中空糸内の流体流路に対して透過体積流の逆向きの流れを得る。前記中空糸の外周の周りの循環は、大体均一となる。

30

【0016】

好適な実施の形態においては、巻き角は15°と75°との間、好ましくは、20°と70°との間の値であり、より具体的には、約45°である。該巻き角は、中空糸が仮想円筒に巻き付けられたときにモジュール軸に対して傾斜する角度により定義される。言い換えれば、巻き角は、螺旋状に巻かれた中空糸膜の、モジュール軸に対するタンジェント角である。90°の角度では、巻き（winding）はリングとなるし、0°の角度では、中空糸は、仮想円筒の表面において、モジュール軸に平行となるように方向付けられるだろう。巻き角が大きければ大きい程、個々の中空糸は長くなり、1つの層に収容される中空糸の数は少なくなる。巻き角が小さい場合には逆のことが言える。大きな巻き角では、各層の中空糸の本数が少ないため、中空糸の離間距離が所望の範囲になるように維持しなければならないという問題に直面することとなる。好適には、隣り合う中空糸の距離は0.2から2mmの範囲、より具体的には0.3から1.2mmの範囲である。この場合、中空糸は、外径が約0.6mmで、内径が約0.3mmである。中空糸の内径や外

40

50

径は限定されるものではない。例えば、外径は0.1から5mmの範囲であれば良い。

【0017】

本発明によれば、例えば、半透膜のような中空系複合膜が利用される。前記巻き技術(winding technique)により、内部の断面への影響は、中空系の全体にわたって、できるだけ少なく止められる。中空系どうしの接触点は、隣り合う層どうしの間でのみ存在する。；1つの層における中空系どうしは接触はしない。しかし、それらの接触点は、循環ガスの取入れが唯一不可能な部分(中空系膜の全外面に対しほんの僅かの部分)をほんの僅かだけ発生させる。

【0018】

好ましい発展的な実施例においては、最も外側の層は、該層をきつく巻くと共に前記循環ガスのための取入れ手段と排出手段とを有する殻により覆われている。；前記取入れ手段と排出手段は、好ましくは、モジュールの軸端部分に近接している。前記殻としては、収縮チューブと称されるものを使用されるのが好ましいとされている。オーバーサイズのチューブが、作製されたモジュールに被せられると共に、きつく、しかし圧縮しない程度に最も上側の層に置かれるように熱収縮される。最も上側の層の中空系は圧縮されてはいない。その殻は、循環ガスが最も外側の層からそのまま抜け出るのを阻む。最も内側の層が巻かれているチューブは、循環ガスの該層の内側からの直接的な流入に関して同様の作用(該チューブに被覆されていない部分からの流入が可能となるという作用)を有する。

10

【0019】

好ましくは、特許文献3に知られているように、複数(例えば、3本、5本、又はそれ以上)の複数の中空系が互いに平行となるように配置される。1つの層は、収容できる中空系の総本数nを超えることはできない。

20

【0020】

なお、特許請求の範囲や下記の本発明の実施例の記述(図面を参照する形で単なる例として記載したもので、限定的でない記述)を検討することにより、本発明の他の特徴や利点がより明らかになる。

【0021】

以下には、中空系モジュールの一例として中空系乾燥モジュールが説明されているけれども、ここでなされる説明は、一般的にどのような中空系モジュールにも適用される。

30

【0022】

中空系乾燥モジュールは、乾燥されるべきガスのための吸気口20と、乾燥されたガスのための排気口22とを有している。両者は、軸端部位に配置されている。これらの軸端部位においては、中空系の内部のみに自由に入れる状態になっていて、中空系の外殻は、プラスチック材料にて封入されている。したがって、中空系と中空系との間には、流体が軸方向に入り込めるような隙間は無い。該プラスチック材料に相当するものとしてプラスチック・リング24が示されている。

【0023】

循環ガスはモジュールに放射状に供給される。この目的のために、そのモジュールは、循環ガスのための取入れ口(access port)26と排出口28とを有している。そのモジュールはモジュール軸30を有している。図1に示されるモジュールは、また、チューブ32の形をした巻き芯と、熱収縮チューブにて構成された外殻34とを有している。図1に示されるように、この外殻34とプラスチック・リング24との間が該外殻34によって被覆されず、前記排出口28が開口される(realized through)ように、外殻34は短く形成されている。取入れ口26は次のように形成されている。：モジュールの内殻に面するように、チューブ32には溝27が形成されている。該溝27は、チューブ32の外面に、プラスチック・リング24に近接した所に形成される。また、該チューブ32の端面から軸方向には少なくとも1つの穴29が形成されており、該穴29と前記溝27とは連通されている。このような穴29は複数設けても良い。穴29の個数や内径寸法は、循環空気が所望量流れるようなものにすれば良い。また、そ

40

50

の穴 29 の上流に調節バルブを設けることもできる。上述した溝 27 と少なくとも 1 つの穴 29 とが取入れ口 26 を構成する。

【 0024 】

図 2 は、フィルターの中に詰め込まれたモジュールを示すが、簡易化した図であって、前記中空系は直線状に配置されている。フィルターハウジングそれ自体は、公知であり、ここで詳細を述べる必要は無い。読者は、例えば、PCT/DE01/02168 に開示されているようなフィルターハウジングを参照すれば良い。図 2 の矢印に示すように、空気は入り口からフィルターハウジングに入り、フィルター・モジュールの吸気口 20 に達する。乾燥されるべき空気は、中空系膜の中を流れて湿気が取り除かれる。その空気は、排気口 22 にてフィルター・モジュールを抜け、チューブ 32 の内部をフィルターハウジングの出口に向けて流れる。取入れ口 26 の部分に配置される流路はチューブ 32 の内部に形成される。乾燥された空気の内のごく少量が、乾燥されるべき空気に対抗する方向にその流路を流れ、排出口 28 の部分から排出される。

10

【 0025 】

以下では、特別な巻き方法について説明する。その巻き方法の目的は、多層の円筒の巻き (coil) を得ることにある。図 3 は、チューブ 32 に 3 層に巻かれたものを示している。その巻線の積層状態のより良い理解のため、各層の一部が段階的に切り取られている。完全に 3 層が巻かれた部分は、その図の左にのみ示されている。第 1 層 (多層の系束の最初の層) 40 は n_1 本の中空系により形成されていることが分る。それらの中空系は、間隙を開けた状態で配置されており、その距離は、図 8 に a で示されている。その距離 a は、1 つの層の全ての中空系については等しく設定されている。他の層との間ではこの a の値は異なるかも知れないが、この層の全ての間隙に関しては等しく設定されている。

20

【 0026 】

さらに、中空系の数 n は、各層毎に異なる。通常、その数 (各層における中空系の数) は、第 1 層から第 2 層へのように、層が外側になるほど増加する。1 つの層における中空系どうしは互いに接触してはいない。しかしながら、(ある層の) 中空系は、該層に隣接される層の中空系 (ある層の中空系に対して交差するように配置されている中空系) と接触している。全ての層の巻き角は絶対値が等しい。ある層から他の層へは、巻き角は符号が変わる。例えば、図 3 の第 1 層 40 と第 3 層 44 は + の巻き角であるのに対し、第 2 層 42 は - の巻き角である。従って、チューブ 32 の円筒形の外殻によってその内側が規定される第 1 層 40 は、中空系間の間隙が a_1 で螺旋角度が + である n_1 本の中空系を有する。第 2 層 42 は、間隙が a_2 で螺旋角度が - である n_2 本の中空系を有する。第 3 層では、 n_3 本の中空系は a_3 の間隙と + の螺旋角度とを有する。このことは、さらに外側に敷設された層に対しても同様の関係で (in equivalent fashion) 適用される。中空系の直径が d であるので、前記第 2 層 42 は、チューブ 32 の直径よりも $2d$ だけ大きい直径である仮想円筒により規定される。前記第 3 層に関しては、仮想円筒の外径はチューブ 32 の直径に $4d$ を加えたものである。

30

【 0027 】

螺旋状の溝 (helically oriented channel) 38 が中空系の間に残る (remain free) ことは、図 4 より分る。そのような螺旋状の溝は、例えば第 2 層 42 においても、下層の第 1 層 40 の螺旋溝 38 の上に交差する形で、見ることができる。従って、隣接される層の螺旋溝 38 は連通される。1 つの層における螺旋状流路に加えて、例えば、軸方向に大体沿ったうねるような流れが、隣接される層の交差する螺旋状溝 38 を利用して行われる。

40

【 0028 】

巻き芯 (winding core) であるチューブ 32 に中空系を巻く手順は、図 4 - 6 より明らかである。巻き装置 (winding machine) は、現に知られていて、ここで説明する必要は無いが、該巻き装置においては、前記チューブ 32 は、クランプされ、その軸の回り ("モジュール軸 30 の回り" を意味する) に回転される。回

50

転方向を示す矢印を参照のこと。同時に、エンドレスの中空系 (endless hollow fiber) が巻き角 α で供給されて巻き付かれる。 ; このような方法で、第 1 の中空系 5 4 が巻き芯に巻かれ、その結果、図 4 に示されるようになる。

【 0 0 2 9 】

前記巻き芯の 2 つの軸端には、該巻き芯と一緒に回転するピン 4 8 や同様の保持装置が配置されている。第 2 の中空系 5 6 の巻き付けが開始される前に、前記第 1 の中空系は、これらのピン 4 8 の 1 つに巻き付けられて固定される。

【 0 0 3 0 】

以上に述べたことから明らかなように、巻きはエンドレスの (切れ目の無い) 中空系で行われるが、モジュールは、完成された段階では図 1 に示す状態となる。この状態における、多くの離間した中空系は、1 本のエンドレスの中空系を巻き付け、巻き芯の軸端で中空系の余剰部分を切り取ることによって得られる。この切り取りにより、軸端に吸気口 2 0 と排気口 2 2 とが形成されて、各中空系の内部がアクセスできる (accessible) ようになる。このことは、後で より詳細に述べられる。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、第 1 層 4 0 の第 2 の中空系 5 6 が巻かれる状態を示す。 ; この目的のため、巻き装置の回転方向は変えられ、第 2 の中空系 5 6 は、既に巻かれてある第 1 の中空系 5 4 の側に、a の間隙を置いた位置に配置される。

【 0 0 3 2 】

第 3 の中空系 5 8 の敷設のため、図 6 に示すように、まず、中空系が再び固定ポイント (より具体的にはピン 4 8 であるが、今回は他方の軸端にあるピンである) の周りに巻き付けられてグリップが形成される。次に、第 3 の中空系 5 8 が (チューブ 3 2 に) 敷設される。この手順は、第 1 層 4 0 が完全に満たされる (filled) まで繰り返される。次に、第 2 層 4 2 が敷設される。このようにして形成された巻きは、それぞれの層で安定している。より具体的に言うと、上述した巻きは、軸端に取り付けられたプラスチック・リング 2 4 により更なる機械的強さを得る。

【 0 0 3 3 】

図 7 に示すように、2 本のエンドレス中空系を同時に巻くことは可能である。また、それ以上の中空系を同時に平行に供給することも可能である。図 7 では、2 本の別々の中空系が、2 つの異なる側 (すなわち、180°オフセットした側) から巻き芯に供給される。180°としたのは、2 本のエンドレス中空系の引っ張り歪みの半径方向成分を調整し、巻き芯に曲げが発生しないようにするためである。

【 0 0 3 4 】

以下では、1 つの層における中空系の配置について述べる。図 6 に大体一致する図 8 では、隣り合う中空系の間隙 a と、中空系の外径 d とが示されている。図 9 は、チューブ 3 2 によって形成される巻き芯の外周に 3 本の中空系が配置されている状態を示す。チューブ 3 2 は外径 D_k を有する。従って、外周の長さは $\pi \cdot D_k$ となり、n 1 本の中空系がこの長さに沿って、巻き角 α で収容 (accommodate) されなければならない。図 9 の切断面や軸端では (つまり、排気口 2 2 や吸気口 2 2 の部分を意味する)、前記巻き角のため、中空系 (の切断面) は楕円となる。図 1 1 では、距離 l (つまり、隣接する中空系の位置に到達するため、中空系 5 8 が半径方向断面において周方向にずれなければならない距離 l) が示されている。ここで検討される第 1 層では、合計が n 1 本の中空系が互いに a 1 の間隙を開けて配置されている。従って、次の式が得られる。

【 数 1 】

$$n_1 \cdot (a_1 + d) = D_k \cdot \pi \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

【 0 0 3 5 】

n 2 本の中空系を収容する第 2 層では、隣接する中空系の間隔は a 2 である。この第 2 層の仮想の円筒は $D_k + 2d$ の直径を有する。次の関係が得られる。

【数2】

$$n_2 \cdot (a_2 + d) = (D_k + 2d) \pi \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

【0036】

同じことは、他の巻きに対しても同様の関係で (in equivalent fashion) 適用される。1つの層における中空系の間隙と、他の層における中空系の間隙は、可能な限りは一定であるべきで、好ましくは30%よりも小さな変化で、より具体的には20%よりも小さな、好ましくは10%よりも小さな変化であるべきである。もし、次の関係を満足するならば、全ての層の間隙 a を一定にすることができる。

10

【数3】

$$n_2 - n_1 = (2d\pi \cos \alpha) / (a + d) \quad (3)$$

【0037】

上式(3)は、式(1)及び(2)における a_1 と a_2 をそれぞれ a に置き換え、式(2)から式(1)を引くことにより得られた。当然のことながら、 n_1 、 n_2 等は自然数なので、第2層の中空系数から第1層の中空系数を引いて得た差もまた、例えば1や2のような自然数となる。巻き角 α や、間隙 a や、中空系の外径 d を選択することにより、全ての層の間隙 a が同じとなる。

【0038】

20

もし、 n (1つの層における中空系の数を意味する) や D (その層の仮想円筒の直径を意味する) が十分に大きければ、設計者は、適切な間隙 a を決定することは自由であることが、以上で示された式(1)から(3)から理解できる。

【0039】

図9は、図8においてチューブ上に配列された3本の中空系のみを示す。該チューブは、第1層を規定するための仮想円筒35の外殻を形成している。また、図9には、直径 $D_k + d$ の破線が示されており、この破線上には、多くの中空系の中心点が配置されている。さらに、第1層の最外 (end) を形成し、第2層 (ここでは示されていない) の巻き径 (winding diameter) を規定する仮想円筒36が示されている。

【0040】

30

これらの配列は、3つの層40, 42, 44を有するモジュールの断面図である図10に、さらに詳細に示されている。全ての層は中空系により完全に満たされている (occupied)。第2層42は第1層40の上に直接に配置されており、第2層の仮想円筒により内側境界が規定されている (bounded on its inner side)。同様に、第3層44は、仮想円筒37によりその内側境界が規定される。その上の仮想円筒39が示されており、該仮想円筒は、第4層が配置される場合にはその内側を規定する。該第4層が配置されなければ、円筒39は、外殻34の理想的な形状 (orientation)、つまり、螺旋溝38による凹みが無い形状を示す。

【0041】

さらに、本発明によれば、乾燥されるべきガスの流路や循環ガスの流路に使用される横断面部分は、状況に応じて互いに調整される。このことは、図12を参照して説明される。図12に示されるように、それぞれの中空系は、内半径の二乗に π を掛けて求められる内断面 (inner surface) A_i と、 $(d + a) \cdot d$ の矩形断面から中空系の全断面 (例えば、 $(d/2)^2 \cdot \pi$) を引いて求められる外断面 (outer surface) A_o と、を有する。 a の賢明な選択は、他のパラメータの場合と同様、内側流路と外側流路との間において望ましい関係を得ることとなる。また、流速も考慮されるべきである。内側の流速の外側の流速に対する比を1-5の範囲にすることは、乾燥を所望の程度にしたり、露点を低下させる上で、実用的見地から重要である。それぞれの体積流量は、有効断面領域と流速の積により求まる。通常は、乾燥しようとする空気の数%程度 (例えば、12%程度) の体積流量の循環ガスが使用される。上記考察に基づき、 a 、 d

40

50

及び巻き角、さらにはDを設定することにより、A_aとA_iの好適な断面比を計算することができる。

【0042】

層40, 42等からなる巻きが完成すると、その巻きは、(従来技術と同様に後工程にて)それらの端部に配置されるプラスチック・リング24(後工程で、従来技術に従って形成されたもの)によって固定される。中空系間の間にプラスチック材料を配置することにより得られる有利な事実は、半径方向の浸透性が存在すること、該浸透性が周知のように変化するものであること、そして、それに加えて、該浸透性が均一であることである。

【0043】

以下では、製造工程の詳細、より具体的には中空系の巻き方について図13乃至図15を参照して説明する。

【0044】

図13及び図14は、第1層40の中空系54をチューブ32(仮想円筒35)に巻き付ける方法を示す。その方法は、他の層42, 44等の巻き付けにもまた使用される。ここで概略的にのみ示されている巻き装置において、チューブ32は、矢印の方向にモジュール軸30の回りに回転される。中空系54は、チューブ32の方へ接線方向に、巻き角で供給される。その中空系54は、精密にガイドし、空間における2方向へ中空系54を正確にポジショニングするために設けられた開口部60を通される。該開口部60は、チューブ32のモジュール軸30の方向や、既に巻きが構築された方向に移動される。その移動は、矢印62の方向に、巻きのために選択された形状(より具体的には、巻き角や、チューブ32の径)に由来する速度で行われる。

【0045】

前記中空系54は、ここには開示されていないストック(stock)から開口部60に、矢印64に示すように供給される。該中空系54は、開口部60に到達する前に、第1デフレクター・ローラー66へ案内され、下方のダンサー・ローラー68の方へ逸らされ、該ダンサー・ローラー68から上方の第2デフレクター・ローラー70(より具体的には、前記第1デフレクター・ローラーと同じ設計原理で作製され、後述のように、大体等しい垂直荷重が作用するもの)に導かれる。

【0046】

ダンサーローラー68は所定の重さを有している。その結果、ダンサーローラー68に送り込まれる中空系の部分(図13のダンサーローラー68の右側の部分)と、ダンサーローラー68から送り出される中空系の部分(図13のダンサーローラー68の左側の部分)とは、機械的な張力が発生する。さらに、ダンサーローラー68は、ストックから送り出されてくる中空系の振れを公知の方法で低減する。その方法により、中空系の張力は一定に保証される。

【0047】

一般的に、ダンサーローラーは10gから200gの間の重さである。ダンサーローラーの重さが100gの場合、ダンサーローラー68とチューブ32との間の張力は約50gとなる。

【0048】

中空系54中の機械歪みは該中空系を僅かに伸ばすが、その伸びは、中空系54をチューブ32に巻き付けるのに役立つ。何故なら、チューブ32の表面や、第1層40の表面の第2層42や、第2層の表面の第3層44において、中空系54が摩擦力を持った状態で配置されるからである。

【0049】

強い巻きはその歪み(それぞれの中空系にストレッチを掛けること)によって得ることができる。上述した個々の中空系54, 56, 58は、モジュール軸30の方向へのみ移動可能である。つまり、巻きの間に一定の力を作用させることによって理想的な螺旋形状を生成することができる。上述のように中空系にストレッチを掛けている場合には、意

10

20

30

40

50

識して中空系を変形させても、或いは不注意により中空系を変形させても、変形させている力が取り除かれれば、中空系は初期状態（初期の螺旋形状）に戻されることとなる。

【0050】

中空系中の歪み（strain）は、強い巻きが得られるように選択されるべきである。予想できるように、巻き角は吸気口20と排気口22との間で少なくとも1回巻かれる（チューブ32の回りに少なくとも360°巻かれることを意味する）ような範囲である。このような条件の下、チューブ32や中空系層（underlying layer）の上に配置される中空系が十分な摩擦による保持を実現するには、強い巻きを得ることが重要である。このような強い巻きは、中空系に変形を生じさせる。

【0051】

しかし、中空系の歪みは、中空系の断面形状が著しく変化するほどに高くされるべきではない。中空系の変形が許容範囲内に納まるように、ダンサー・ローラー68の重量は、中空系54の物理的性質に応じて選択される。

【0052】

図15は、3つの層40、42、44の詳細を示す。巻き角は45°なので、中空系54、56、58は90°の角度で交差する。第2層42の中空系56が、第1層40の中空系54や第3層44の中空系58との接触点では、符号72を付した変形領域にて僅かに変形しているように見える。その変形領域72においては、断面形状は、理想的な円形とは異なる。

【0053】

変形は、一面では、強い巻き（strong winding）を得るために必要であるが、他面では、変形領域外の断面よりも僅かながらも小さな断面を呈する結果となる点で不都合となる。前記変形領域72は、互いの中空系の位置決めを可能にする程度に大きく選択される反面、断面の変化を小さく維持できるように、より具体的には10%より小さく、好ましくは5%より小さく、さらに具体的には2%より小さくなるように選択されるべきである。

【0054】

本発明に関し、特に好適な実施例を、図16に沿って説明する。一つの巻き芯32に巻く替わりに、1つのモジュールのための巻きがなされる。それは比較的長い巻きを有しており、その軸長は、複数の分割モジュールを形成するに十分な長さを有する。各モジュールは例えば10 - 40cmの長さであるが、簡単に、かなり長い巻き（例えば、4mの巻き）を作製することが可能である。これらの巻きは、全く同じように、上述した単体のモジュールの巻きで実行される。完成した予備成形物50には、所望距離毎にシーリング材が注入されるか、図16に示されるようにプラスチック・リング24が封入される。それらのプラスチック・リング24は、中央部の切断面52で切断され、吸気口20と排気口22とが同時に形成されて、個々のモジュールが形成される。プラスチック・リング24の替わりに、メカニカル・クランプや同様のものを使用することができる。

【0055】

図16に示される実施例では、巻きの形成方法は重要ではなく、如何なる巻きを形成しても良い。請求項1に説明された通りに実装される必要はない。本発明による提言に従って、かなり長い予備成形物50（後で個々のモジュール・パーツに分割されるもの）である、最初の製品における中空系の配置形態はどのようなものでも良い。前記プラスチック・リングは、プラスチック材料や他の適した材料を注入することにより得られる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】図1は、乾燥モジュールの斜視図である。

【図2】図2は、本発明に係るモジュール（概略的にしか示さない）を有する、完成されたフィルターの断面図である。

【図3】図3は、巻き芯と3つの層とを有する乾燥モジュールの側面図である。それらの層の構造（buildup）をより良く示すため、各層の一部は切り取られている。

10

20

30

40

50

【図4】図4は、巻きの工程を示すための概略側面図であって、第1層の第1の中空系が巻き付けられている巻き芯を示すものである。

【図5】図5は、図4と同様の図であって、第2の中空系が巻き付けられた状態を示すものである。

【図6】図6は、図4と同様の図であって、第3の中空系が巻き付けられた後の状態を示すものである。

【図7】図7は、図4と同様の図であって、2本の中空系が同時に1つの作業工程で巻かれている状態を示すものである。

【図8】図8は、図6の一部を示す図であって、完全に巻かれたものを製造する工程中、中間の状態を示す図である。

【図9】図9は、図8の中間状態を示す部分正面図である。

【図10】図10は、図9と同様の部分図であって、完成した第1～第3層を有するものを示す。

【図11】図11は、図8において で囲んだ部分を拡大したものである。

【図12】図12は、図8のXII - XII切断線の部分の断面図である。

【図13】図13は、巻き工程を示すための図であって、製造中のモジュールと巻き装置の一部を示す正面図である。

【図14】図14は、図13の装置を示す平面図である。

【図15】図15は、巻きを示す部分断面図であって、図3のXV - XV切断線に沿って大体得られた断面図である。但し、図15の巻き角は、図3とは異なり約45°である。

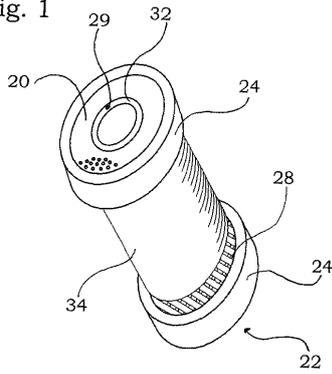
【図16】図16は、複数のモジュールを形成するための予備成形物を示す部分側面図である。

10

20

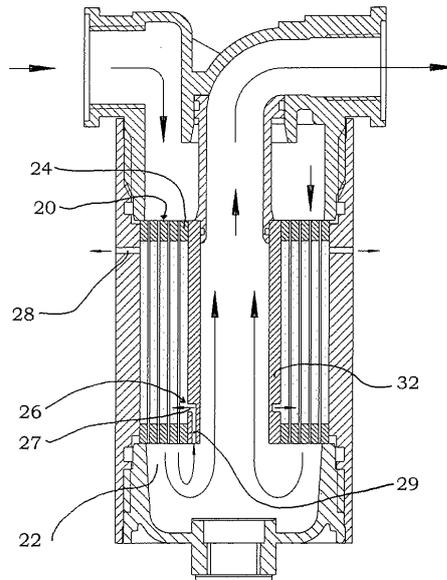
【図1】

Fig. 1



【図2】

Fig. 2



【 図 3 】

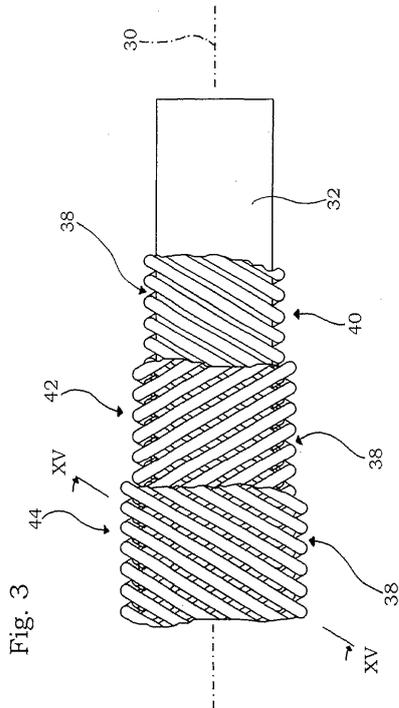


Fig. 3

【 図 4 】

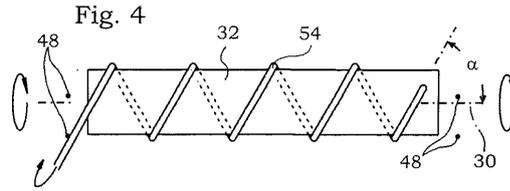


Fig. 4

【 図 5 】

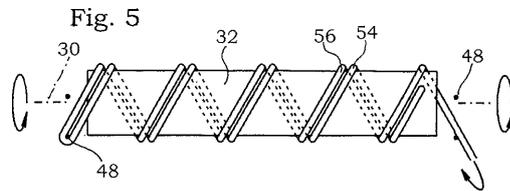


Fig. 5

【 図 6 】

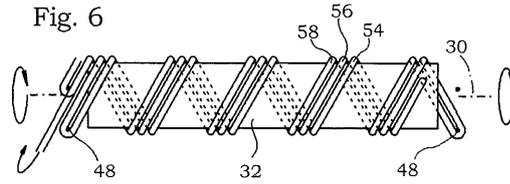


Fig. 6

【 図 7 】

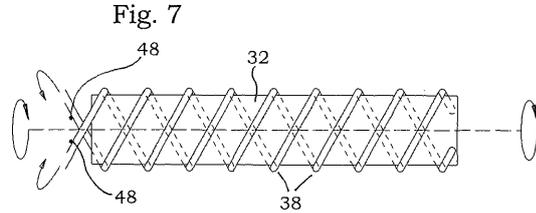


Fig. 7

【 図 8 】

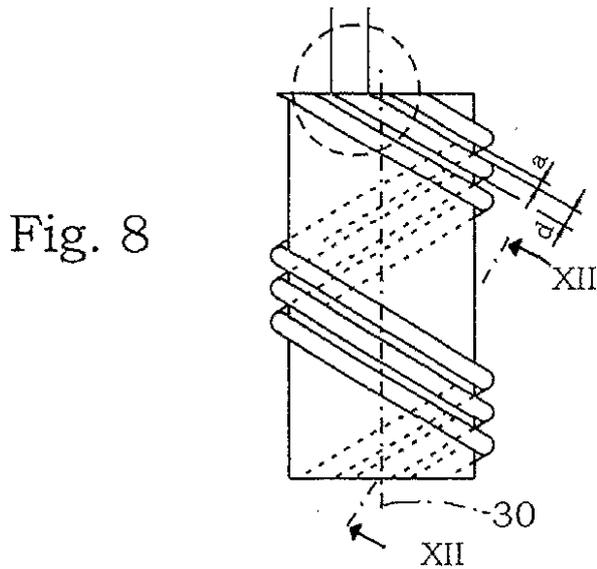


Fig. 8

【 図 10 】

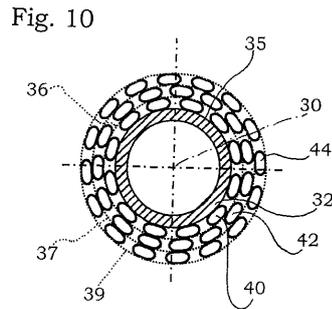


Fig. 10

【 図 11 】

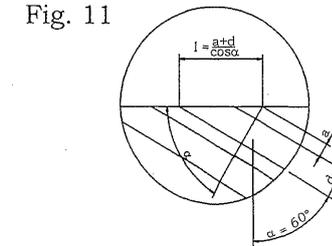


Fig. 11

【 図 9 】

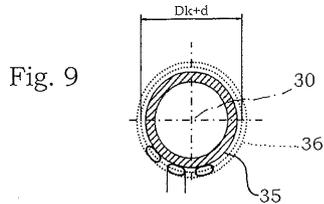
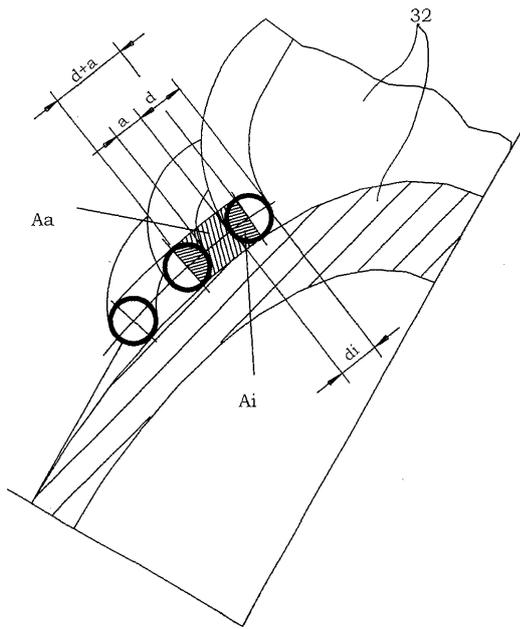
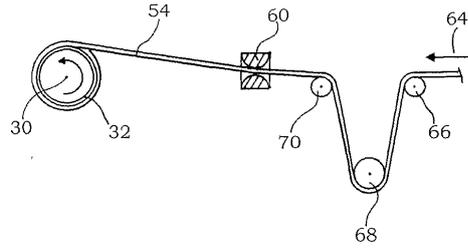


Fig. 9

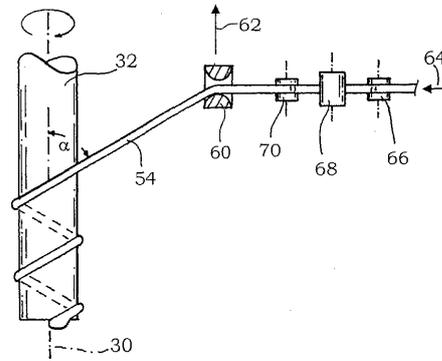
【 1 2 】
Fig. 12



【 1 3 】
Fig. 13



【 1 4 】
Fig. 14



【 1 5 】

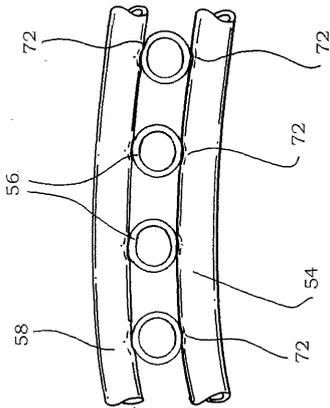


Fig. 15

【 1 6 】

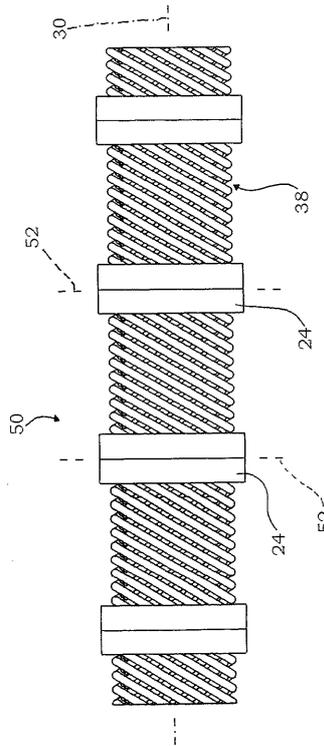


Fig. 16

フロントページの続き

(72)発明者 シュレンスカー ハルベルト
ドイツ レベルクーゼン 5 1 4 8 2 グルンデルミューレンヴィーグ 2 4

審査官 富永 正史

(56)参考文献 特開昭49 - 055569 (JP, A)
米国特許第03422008 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01D 61/00-71/82
D01F 1/08