

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6054983号
(P6054983)

(45) 発行日 平成28年12月27日 (2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日 (2016.12.9)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 1 6 L 13/10	(2006.01)	F 1 6 L 13/10
F 1 6 L 11/12	(2006.01)	F 1 6 L 11/12 Z
F 1 6 L 37/04	(2006.01)	F 1 6 L 37/04

請求項の数 21 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-541768 (P2014-541768)	(73) 特許権者	510075457
(86) (22) 出願日	平成24年11月16日 (2012.11.16)		ディーエイチ テクノロジーズ デベロッ プメント プライベート リミテッド
(65) 公表番号	特表2015-505939 (P2015-505939A)		シンガポール国 7 3 9 2 5 6 シンガポ ール, マーシリング インダストリアル
(43) 公表日	平成27年2月26日 (2015.2.26)		エステート ロード 3 3 3 ナンバ ー 0 4 - 0 6
(86) 国際出願番号	PCT/IB2012/002385	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開番号	W02013/072755		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開日	平成25年5月23日 (2013.5.23)	(74) 代理人	100113413
審査請求日	平成27年11月11日 (2015.11.11)		弁理士 森下 夏樹
(31) 優先権主張番号	13/299,506	(72) 発明者	ホブス, スティーブン エドワード
(32) 優先日	平成23年11月18日 (2011.11.18)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)		8 8, プレザントン, ミュアウッド ドライブ 4 3 4 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 密閉された微少流体導管アセンブリおよびそれを加工する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

密閉された微少流体導管アセンブリを加工するための方法であって、前記方法は、

第 1 の導管の第 1 の軸方向端区画を第 2 の導管の第 2 の軸方向端区画と接触させること
によって、前記第 1 の導管が前記第 2 の導管と流動的に連通する継手を形成することであ
って、可鍛性材料の層が、前記第 1 の軸方向端区画を同軸で囲繞し、外被が、前記可鍛性
材料の層、前記第 1 の軸方向端区画、および前記第 2 の軸方向端区画を同軸で囲繞し、前
記可鍛性材料の層は、前記第 1 の導管、前記第 2 の導管、および前記外被より低い硬度を
有し、前記第 1 の導管および前記第 2 の導管はそれぞれ、0.01mm～2mmの範囲に
わたる内径を有する、ことと、

前記継手からある軸方向距離において半径方向力を前記外被の外側表面に印加すること
によって、前記可鍛性材料の層を前記継手に対して圧縮し、前記継手を流動的に密閉する
ことであって、前記可鍛性材料の層は、流体密閉を形成する、ことと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記第 1 の導管および前記第 2 の導管は、異なる材料から成る、請求項 1 に記載の方法
。

【請求項 3】

前記第 1 の導管および前記第 2 の導管の一方は、電気伝導性材料から成り、他方は、電
気絶縁材料から成る、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記外被は、金属から成り、前記可鍛性材料の層は、ポリマーから成る、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記可鍛性材料の層は、PEEK またはポリイミドを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記可鍛性材料の一部を前記外被と前記第 1 の導管との間の環状開口部から押出し、さらに、前記押出された部分を除去することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記軸方向距離において、前記半径方向力を前記外側表面の周囲の複数の円周方向点に印加することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記継手を形成することは、前記第 1 の軸方向端区画をフィルタの第 1 の側と接触させることと、前記第 2 の軸方向端区画を前記フィルタの反対の第 2 の側と接触させることとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリ。

【請求項 10】

前記第 1 の導管および前記第 2 の導管は、実質的に、同一の外径を有し、前記可鍛性材料の層は、前記第 2 の軸方向端区画を同軸で囲繞し、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記外被の第 1 の端部に向かって第 1 の軸方向に、かつ前記外被の第 2 の端部に向かって反対の第 2 の軸方向に前記層を押出す、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記半径方向力を印加することは、前記継手から第 1 の軸方向距離において、第 1 の半径方向力を前記外側表面に印加することと、前記第 1 の軸方向距離に対して前記継手の反対側に、前記継手から第 2 の軸方向距離において、第 2 の半径方向力を前記外側表面に印加することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記可鍛性材料の個別の部分の前記第 1 の端部および前記第 2 の端部から押出し、前記押出された部分を除去することをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記可鍛性材料の層は、スリーブであり、前記継手を形成することは、前記第 1 の軸方向端区画および前記第 2 の軸方向端区画を前記スリーブの両端内に挿入することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記可鍛性材料の層は、前記第 1 の軸方向端区画をコーティングする第 1 の部分と、前記第 2 の軸方向端区画をコーティングする第 2 の部分とを備え、前記継手を形成することは、前記第 1 の部分でコーティングされた前記第 1 の軸方向端区画と、前記第 2 の部分でコーティングされた前記第 2 の軸方向端区画とを前記外被の両端内に挿入することを含み、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記第 1 の部分および前記第 2 の部分を相互に接触させるように押出す、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 の導管は、前記第 2 の導管より小さい外径を有し、前記可鍛性材料の層は、前記第 2 の導管の端面に接触し、前記第 1 の導管と前記外被との間に介在され、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記第 1 の軸方向端区画と半径方向に整合する場所において、前記外側表面に前記半径方向力を印加することを含み、前記可鍛性材料の層は、前記端面に対して圧縮される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

前記可鍛性材料の層は、スリーブであり、前記継手を形成することは、前記第 1 の軸方向端区画を前記スリーブ内に挿入することを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記可鍛性材料の層は、前記第 1 の軸方向端区画上にコーティングを備え、前記継手を形成することは、前記コーティングを伴う前記第 1 の軸方向端区画を前記外被の第 1 の端部内に挿入することと、前記第 2 の軸方向端区画を前記外被の反対の第 2 の端部内に挿入することを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間に形成された前記継手は、第 1 の継手であり、前記第 1 の導管と、前記第 2 の導管と軸方向に反対の第 3 の導管との間に第 2 の継手を形成することと、前記第 2 の継手からある軸方向距離において半径方向力を前記外被の前記外側表面に印加することによって、前記第 2 の継手に対して前記可鍛性材料の層を圧縮することとをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリと、前記密閉された微少流体導管アセンブリと流動的に連通する圧力センサとを備える流動モジュールであって、前記第 1 の導管の内径は、前記第 2 の導管および前記第 3 の導管の内径より小さい、流動モジュール。

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリ。

20

【請求項 2 1】

請求項 1 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリを備える電気スプレープローブであって、前記第 1 の導管は、電気伝導性材料から成る、電気スプレープローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(関連出願)

本出願は、2011年11月18日に出願された米国特許出願第13／299,506号に対して優先権を主張する。上記文献は、全体として参照することによって本明細書において援用される。

30

【0 0 0 2】

(技術分野)

本発明は、概して、特に、微少流体用途において、流体導管とともに接続することに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

(背景)

微少流体用途は、多くの場合、2つの元々別個の導管間に液密接続が生成されることを要求する。導管を接続するための従来の技法は、フェルールおよび他のタイプの機械加工された接手と、UV硬化性接着剤等のある接着剤との使用を含む。多くの問題が、特に、微少流体用途における、従来の流体接続に随伴する。フェルール等の機械加工された接手は、嵩張る傾向があり、したがって、多くの場合、狭い空間内への取付を要求する用途に好適ではない。機械加工された接手および接着剤は、典型的には、HPLC（高性能液体クロマトグラフィ）等の超高流体圧力を伴う微少流体用途では、容認可能なほど十分に長い耐用年数を提供しない。機械加工された接手および接着剤は、典型的には、異なる材料から作製される2つの導管または異なるサイズの2つの導管間に頑強な接続を提供することができない。

40

【0 0 0 4】

50

加えて、機械加工された接手および接着剤は、内径約数10ミクロンを有する導管を要求する、低流動（マイクロスケールまたはナノスケール流動）用途において、容認可能な密閉完全性の流体接続を提供し得ない。本スケールの導管は、特に、低流動HPLCシステム等の低流動分析用分離システム、および小スケール電気スプレープローブ（HPLCシステムに連結され得る）等の大気圧イオン化法（API）において利用される低流動イオン化デバイスにおいて望ましい。低流動体制は、急峻かつ高度に判別可能（低分散）である信号ピークが、流体流動中で搬送される検体から生成されることを保証するために、小断面流動面積を要求する。そのような用途において採用される流体接続は、高ピーク分解能を保証するように構成されるべきである。

【0005】

したがって、導管、特に、微少流体用途における、導管間の改良された流体接続、ならびにそのような接続を採用するデバイスおよびアセンブリの継続的必要性が存在する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

（要約）

全体として、あるいは部分的に、前述の問題、および／または当業者によって観察され得る他の問題に対処するために、本開示は、一例として以下に記載される実施形態に説明されるような方法、プロセス、システム、装置、器具、および／またはデバイスを提供する。

【0007】

一実施形態によると、密閉された微少流体導管アセンブリを加工するための方法は、第1の導管の第1の軸方向端区画を第2の導管の第2の軸方向端区画と接触させることによって、第1の導管が、第2の導管と流動的に連通する、継手を形成するステップであって、可鍛性材料の層が、第1の軸方向端区画を同軸で囲繞し、外被が、可鍛性材料の層、第1の軸方向端区画、および第2の軸方向端区画を同軸で囲繞し、可鍛性材料の層が、第1の導管、第2の導管、および外被より低い硬度を有する、ステップと、継手からある軸方向距離において、半径方向力を外被の外側表面に印加することによって、可鍛性材料の層を継手に対して圧縮し、継手を流動的に密閉するステップであって、可鍛性材料の層は、流体密閉を形成する、ステップとを含む。

【0008】

別の実施形態によると、継手を形成するステップは、第1の軸方向端区画をフィルタの第1の側と接触させるステップと、第2の軸方向端区画をフィルタの反対の第2の側と接触させるステップとを含む。

【0009】

別の実施形態によると、第1の導管と第2の導管との間に形成される継手は、第1の継手であって、本方法はさらに、第1の導管と第2の導管と軸方向に反対の第3の導管との間に第2の継手を形成するステップと、第2の継手からある軸方向距離において、半径方向力を外被の外側表面に印加することによって、可鍛性材料の層を第2の継手に対して圧縮するステップとを含む。

【0010】

別の実施形態によると、流動モジュールは、本明細書に開示される方法のいずれかに従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリと、密閉された微少流体導管アセンブリと流動的に連通する圧力センサとを含む。第1の導管の内径は、第2の導管および第3の導管のものの未満である。

【0011】

他の実施形態によると、密閉された微少流体導管アセンブリが、提供される。密閉された微少流体導管アセンブリは、本明細書に開示される方法のいずれかに従って加工されてもよい。

【0012】

別の実施形態によると、電気スプレープローブは、第1の導管が電気伝導性材料から成る、密閉された微少流体導管アセンブリを含む。密閉された微少流体導管アセンブリは、本明細書に開示される方法のいずれかに従って加工されてもよい。

【0013】

本発明の他のデバイス、装置、システム、方法、特徴、および利点は、以下の図および発明を実施するための形態の検討によって、当業者に明白である、または明白となるであろう。全てのそのような付加的システム、方法、特徴、および利点は、本説明内に含まれ、本発明の範囲内であって、かつ付随の請求項によって保護されることが意図される。本発明は、例えば、以下を提供する。

10

(項目1)

密閉された微少流体導管アセンブリを加工するための方法であって、前記方法は、第1の導管の第1の軸方向端区画を第2の導管の第2の軸方向端区画と接触させることによって、前記第1の導管が前記第2の導管と流動的に連通する継手を形成することであって、可鍛性材料の層が、前記第1の軸方向端区画を同軸で囲繞し、外被が、前記可鍛性材料の層、前記第1の軸方向端区画、および前記第2の軸方向端区画を同軸で囲繞し、前記可鍛性材料の層は、前記第1の導管、前記第2の導管、および前記外被より低い硬度を有する、ことと、

前記継手からある軸方向距離において半径方向力を前記外被の外側表面に印加することによって、前記可鍛性材料の層を前記継手に対して圧縮し、前記継手を流動的に密閉することであって、前記可鍛性材料の層は、流体密閉を形成する、ことと

20

を含む、方法。

(項目2)

前記第1の導管および前記第2の導管は、異なる材料から成る、項目1に記載の方法。

(項目3)

前記第1の導管および前記第2の導管の一方は、電気伝導性材料から成り、他方は、電気絶縁材料から成る、項目1に記載の方法。

(項目4)

外被ドライバは、金属から成り、前記可鍛性材料の層は、ポリマーから成る、項目1に記載の方法。

30

(項目5)

前記可鍛性材料の層は、PEEKまたはポリイミドを含む、項目1に記載の方法。

(項目6)

前記第1の導管および前記第2の導管はそれぞれ、0.01mm~2mmの範囲にわたる内径を有する、項目1に記載の方法。

(項目7)

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記可鍛性材料の一部を前記外被と前記第1の導管との間の環状開口部から押出し、さらに、前記押出された部分を除去することを含む、項目1に記載の方法。

(項目8)

40

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記軸方向距離において、前記半径方向力を前記外側表面の周囲の複数の円周方向点に印加することを含む、項目1に記載の方法。

(項目9)

前記継手を形成することは、前記第1の軸方向端区画をフィルタの第1の側と接触させることと、前記第2の軸方向端区画を前記フィルタの反対の第2の側と接触させることとを含む、項目1に記載の方法。

(項目10)

項目9に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリ。

(項目11)

前記第1の導管および前記第2の導管は、実質的に、同一の外径を有し、前記可鍛性材

50

料の層は、前記第 2 の軸方向端区画を同軸で囲繞し、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記外被の第 1 の端部に向かって第 1 の軸方向に、かつ前記外被の第 2 の端部に向かって反対の第 2 の軸方向に前記層を押出す、項目 1 に記載の方法。

(項目 1 2)

前記半径方向力を印加することは、前記継手から第 1 の軸方向距離において、第 1 の半径方向力を前記外側表面に印加することと、前記第 1 の軸方向距離に対して前記継手の反対側に、前記継手から第 2 の軸方向距離において、第 2 の半径方向力を前記外側表面に印加することを含む、項目 1 1 に記載の方法。

(項目 1 3)

前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記可鍛性材料の個別の部分の前記第 1 の端部および前記第 2 の端部から押出し、前記押出された部分を除去することをさらに含む、項目 1 1 に記載の方法。

(項目 1 4)

前記可鍛性材料の層は、スリーブであり、前記継手を形成することは、前記第 1 の軸方向端区画および前記第 2 の軸方向端区画を前記スリーブの両端内に挿入することを含む、項目 1 1 に記載の方法。

(項目 1 5)

前記可鍛性材料の層は、前記第 1 の軸方向端区画をコーティングする第 1 の部分と、前記第 2 の軸方向端区画をコーティングする第 2 の部分とを備え、前記継手を形成することは、前記第 1 の部分でコーティングされた前記第 1 の軸方向端区画と、および前記第 2 の部分でコーティングされた前記第 2 の軸方向端区画とを前記外被の両端内に挿入することを含み、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記第 1 の部分および前記第 2 の部分を相互に接触させるように押出す、項目 1 1 に記載の方法。

(項目 1 6)

前記第 1 の導管は、前記第 2 の導管より小さい外径を有し、前記可鍛性材料の層は、前記第 2 の導管の端面に接触し、前記第 1 の導管と前記外被との間に介在され、前記可鍛性材料の層を圧縮することは、前記第 1 の軸方向端区画と半径方向に整合する場所において、前記外側表面に前記半径方向力を印加することを含み、前記可鍛性材料の層は、前記端面に対して圧縮される、項目 1 1 に記載の方法。

(項目 1 7)

前記可鍛性材料の層は、スリーブであり、前記継手を形成することは、前記第 1 の軸方向端区画を前記スリーブ内に挿入することを含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 8)

前記可鍛性材料の層は、前記第 1 の軸方向端区画上にコーティングを備え、前記継手を形成することは、前記コーティングを伴う前記第 1 の軸方向端区画を前記外被の第 1 の端部内に挿入することと、前記第 2 の軸方向端区画を前記外被の反対の第 2 の端部内に挿入することを含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 9)

前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間に形成された前記継手は、第 1 の継手であり、前記第 1 の導管と、前記第 2 の導管と軸方向に反対の第 3 の導管との間に第 2 の継手を形成することと、前記第 2 の継手からある軸方向距離において半径方向力を前記外被の外側表面に印加することによって、前記第 2 の継手に対して前記可鍛性材料の層を圧縮することとをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 0)

項目 1 9 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリと、前記密閉された微少流体導管アセンブリと流動的に連通する圧力センサとを備える流動モジュールであって、前記第 1 の導管の内径は、前記第 2 の導管および前記第 3 の導管の内径より小さい、流動モジュール。

(項目 2 1)

項目 1 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリ。

10

20

30

40

50

(項目 2 2)

項目 1 に記載の方法に従って加工される密閉された微少流体導管アセンブリを備える電気スプレープローブであって、前記第 1 の導管は、電気伝導性材料から成る、電気スプレープローブ。

【0014】

本発明は、以下の図を参照することによってより理解され得る。図中の構成要素は、必ずしも、正確な縮尺ではなく、代わりに、本発明の原理の例証に応じて、強調される。図中、類似参照番号は、異なる図全体を通して、対応する部品を指す。

【図面の簡単な説明】

10

【0015】

【図 1 A】図 1 A は、組立の完了に先立った、一実施形態による、微少流体導管アセンブリの実施例の断面図である。

【0016】

【図 1 B】図 1 B は、組立完了後の、微少流体導管アセンブリの断面図である。

【0017】

【図 2 A】図 2 A は、組立の完了に先立った、別の実施形態による、微少流体導管アセンブリの実施例の断面図である。

【0018】

【図 2 B】図 2 B は、組立完了後の、微少流体導管アセンブリの断面図である。

20

【0019】

【図 3】図 3 は、別の実施形態による、微少流体導管アセンブリの実施例の断面図である。

【0020】

【図 4】図 4 は、4 つの異なる電気スプレープローブに対する信号ピークのプロットであって、そのうち 2 つは、図 3 に図示される実施形態と一貫した様式で加工されたものである。

【0021】

【図 5】図 5 は、別の実施形態による、流動モジュールの概略図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0022】

本明細書で使用されるように、用語「微少流体導管」は、概して、内径わずか約 2 mm を有する、導管（管、毛細管等）を指す。実際は、微少流体導管の内径は、約 0.01 mm～約 2 mm の範囲であり得る。微少流体導管は、例えば、0.025 mm、0.05 mm、0.15 mm、0.2 mm、0.3 mm 等の異なる内径で市販されている。より一般的には、微少流体導管は、ナノスケール流速（nL／分）および／またはマイクロスケール流速（典型的には、最大数百 μ L／分）で流体を効果的に移送するために定寸される。分析用分離を伴う用途では、微少流体導管は、試料ピークデータの分散を最小限にするように定寸されるべきである。概して、長さが、所与の用途におけるその意図された目的のために十分である限り、微少流体導管の長さに制限はない。有意な長さの微少流体導管が、最初に提供され、その後、必要に応じて、所望のより短い長さに切断されてもよい。概して、外径が、所与の用途において想定される流体圧力に耐えるために要求される構造頑強性レベルを提供する壁厚をもたらす限り、微少流体導管の外径に制限はない。マイクロスケール（マイクロカラム）HPLC 等のいくつかの用途では、流体圧力は、約数万 psi であり得る。コンパクト性のための特定の必要性を有する用途に対して、外径は、過度に大きくあるべきではなく、または想定される流体圧力のために必要とされるものを超えるべきではない。いくつかの実施形態では、微少流体導管の外径は、約 0.125 mm～約 2 mm の範囲であってもよい。微少流体導管は、例えば、0.15、0.36 mm、1／32 インチ（約 0.8 mm）、1／16 インチ（約 1.6 mm）等の異なる外径で市販されている。

40

50

【0023】

便宜上、用語「導管」は、本開示では、用語「微小流体導管」と交換可能に使用される。

【0024】

便宜上、用語「直径」（「内径」および「外径」を含む）は、本明細書で使用されるように、概して、導管、管、毛細管、スリーブ、外被、層、コーティング、または同等物の構成要素の任意の断面積の特性寸法（または、サイズ）を指す。典型的実施形態では、そのような構成要素は、用語「直径」が、そのような構成要素の特性寸法を正確に描写するように、円形断面を伴う円筒形である。しかしながら、そのような構成要素は、代替として、楕円形または多角形断面を有してもよいことを理解されたい。楕円形断面の特性寸法は、主軸と見なされ得る。多角形断面の特性寸法は、ある側面の主要長または幅、すなわち、2つの対角間の距離として見なされ得る。用語「直径」は、本明細書で使用されるように、断面の実際の形状にかかわらず、全てのそのようなタイプの特性寸法を包含し、したがって、円形断面を有する任意の所与の構成要素に限定することを意図しない。

10

【0025】

図1Aは、一実施形態による、組立の完了に先立った（特に、以下に説明されるように、半径方向圧縮力を印加する前の）、微小流体導管アセンブリ100の実施例の断面図である。微小流体導管アセンブリ100は、概して、第1の導管104、第2の導管108、可鍛性材料（または、可鍛性層112）の層112、および外被116を含む。典型的実施例では、前述の構成要素はそれぞれ、円筒形である。

20

【0026】

第1の導管104および第2の導管108は、電気伝導性材料（例えば、ステンレス鋼等の金属）または電気絶縁材料から成ってもよい。本開示の文脈では、用語「電気絶縁材料」は、誘電材料を包含する。電気絶縁材料の非限定的実施例として、熔融石英等のセラミック、PEEK（ポリエーテルケトン）（例えば、PEEKsilTM管類）等のポリマーで被覆またはコーティングされた熔融石英等の複合材、および以下に説明される組立プロセスに耐えることが可能な硬度を有する、あるポリマーが挙げられる。第1の導管104および第2の導管108は、同一のまたは異なる組成物を有してもよい。第1の導管104および第2の導管108は、前述のような寸法を有する、微小流体導管であってもよい。本実施形態では、第1の導管104および第2の導管108の外径は、同一または実質的に同一である（例えば、0.02mm以下だけ異なる）。以下に説明されるような他の実施形態では、第1の導管104および第2の導管108の外径は、異なる。第1の導管の内径104および第2の導管108は、同一または異なってもよい。

30

【0027】

可鍛性層112は、以下に説明される方法に従って、半径方向圧縮力に曝されるとき、十分に可鍛性であって、第1の導管104、第2の導管108、および外被116の個別の硬度未満の硬度を有する、任意の材料から成ってもよい。本文脈では、用語「半径方向」は、第1の導管104および第2の導管108が配向される縦軸に直交する方向を指す。また、本文脈では、「硬度」の特性は、任意の一般的容認可能規格、例えば、ASTM

40

Internationalによって公布された現在の規格に従うRockwell Hardness試験に準拠して定量化されてもよい。本文脈における可鍛性の実施例として、可鍛性層112は、半径方向圧縮力に曝されるとき、外被116と第1の導管104および／または第2の導管108との間で拡張（または、「圧搾」）可能である。可鍛性層112のために利用される材料のいくつかの実施例として、ポリマーまたはエンジニアリングプラスチック、例えば、PEEKおよびポリイミド等が挙げられるが、それらに限定されない。本文脈では、用語「ポリマー」は、コポリマーおよびポリマー混成物を包含する。故に、PEEK（または、ポリイミド）ポリマーは、PEEK（または、ポリイミド）を排他的に含むポリマー、あるいはPEEK（または、ポリイミド）を含むコポリマーまたはポリマー混成物を包含してもよい。いくつかの実施形態では、半径方向圧縮に

50

先立った可鍛性層 1 1 2 の壁の初期厚（半径方向に）は、0. 0 1 0 mm～1 mm に及ぶ。

【0 0 2 8】

外被 1 1 6 は、以下に説明される組立プロセスに耐えることが可能な任意の硬質材料から成ってもよい。典型的実施形態 1 1 6 では、外被は、ステンレス鋼等の金属である。いくつかの実施形態では、外被 1 1 6 の軸方向長は、1 mm～1 0 0 mm に及ぶ。

【0 0 2 9】

一実施形態によると、微少流体導管アセンブリ 1 0 0 は、以下のように加工される。第 1 の導管 1 0 4 および第 2 の導管 1 0 8、より具体的には、第 1 の導管 1 0 4 の第 1 の軸方向端区画 1 2 0 および第 2 の導管 1 0 8 の第 2 の軸方向端区画 1 2 4 が、継手（すなわち、突き合わせ継手）1 2 8 を形成するように、その個別の軸方向端において、相互と接触させられる。第 1 の導管 1 0 4 および第 2 の導管 1 0 8 は、第 1 の導管 1 0 4 の内部が、継手 1 2 8 を通して、第 2 の導管 1 0 8 の内部と流動的に連通するような整合された様式において、接触させられる。本文脈では、用語「継手」は、概して、相互に接触させられた後の 2 つの軸方向端の界面または境界を指す。いくつかの実施形態では、可鍛性層 1 1 2 は、継手を形成するステップ 1 2 8 に応じて、第 1 の導管 1 0 4 および第 2 の導管 1 0 8 に接触する、スリーブの形態で提供される。スリーブは、第 1 の軸方向端区画 1 2 0 および／または第 2 の軸方向端区画 1 2 4 を同軸で圍繞してもよい。第 1 の導管 1 0 4 および第 2 の導管 1 0 8 が同一のまたは実質的に同一の外径を有する、本実施形態では、スリーブは、第 1 の軸方向端区画 1 2 0 および第 2 の軸方向端区画 1 2 4 の両方を同軸で圍繞する。したがって、本実施形態では、継手 1 2 8 は、可鍛性層 1 1 2 を外被 1 1 6 内に挿入し、相互に接触（すなわち、相互に当接）するまで、第 1 の軸方向端区画 1 2 0 および第 2 の軸方向端区画 1 2 4 を可鍛性層 1 1 2 の反対の軸方向端内に挿入することによって形成されてもよい。継手 1 2 8 は、次いで、次に説明されるように、半径方向圧縮技法を実装することによって、流動的に密閉される（液密継手を形成するように密閉される）。

【0 0 3 0】

図 1 B は、組立完了後の、すなわち、半径方向圧縮力を印加後の、微少流体導管アセンブリ 1 0 0 の断面図である。半径方向圧縮力は、継手 1 2 8 からある軸方向距離において、半径方向力を外被の外側表面 1 1 6 に印加することによって印加される。第 1 の導管 1 0 4 および第 2 の導管 1 0 8 が同一のまたは実質的に同一の外径を有する、本実施形態では、第 1 の半径方向力 1 3 6 は、継手 1 2 8 からある軸方向距離に位置する第 1 の軸方向位置（すなわち、第 1 の軸方向端区画 1 2 0 と半径方向に整合された外側表面のある場所）において印加されてもよく、第 2 の半径方向力 1 4 0 は、継手 1 2 8 からある軸方向距離に位置する第 2 の軸方向位置（すなわち、第 1 の軸方向位置に対して継手 1 2 8 の反対側にある、第 2 の軸方向端区画 1 2 4 と半径方向に整合された外側表面のある場所）において印加されてもよい。図 1 B における矢印によって図式的に示されるように、個別の軸方向位置において、半径方向力 1 3 6、1 4 0 がそれぞれ、外被の外側表面 1 1 6 の周囲の複数の円周方向場所に印加されてもよい。便宜上、図 1 B は、第 1 の軸方向位置における外被 1 1 6 上の 2 つの直径方向に反対の場所で印加される、第 1 の半径方向力 1 3 6 と、第 2 の軸方向位置における外被 1 1 6 上の 2 つの直径方向に反対の場所で印加される、第 2 の半径方向力 1 4 0 とを図示する。しかしながら、半径方向力 1 3 6、1 4 0 はそれぞれ、個別の軸方向位置において、円周の周囲の 2 つを上回る場所で印加されてもよいことを理解されたい。さらに、半径方向力 1 3 6、1 4 0 は、外被 1 1 6 の外側表面上の局所接触点で印加される必要はない。すなわち、半径方向力 1 3 6、1 4 0 を印加するために利用されるツール（例えば、セグメント化されたコレット等）が、ある均一度を伴って、外側表面の 2 つ以上の連続区画にわたって、半径方向力 1 3 6、1 4 0 を拡散させるように構造化されてもよい。さらに、半径方向力 1 3 6、1 4 0 は、外被 1 1 6 の円周の周囲に対称的に印加される必要はない。すなわち、半径方向力 1 3 6、1 4 0 が印加される

、外側表面上の複数の場所は、相互から等しく円周方向に離間される必要はない。

【0031】

全てのそのような場合において、半径方向力136、140の印加は、外被116の偏向された区画144、146によって、図1Bに描写されるように、外被116に可鍛性層112に対して重みをかけさせ、それによって、外被116と第1の軸方向端区画120および第2の軸方向端区画124との間の可鍛性材料112を半径方向に圧縮（または、「圧搾」）する。本半径方向圧縮に応答して、可鍛性材料は、「流動」可能である、全方向に押出される。特に、可鍛性材料は、継手128に対して圧縮され、それによって、2つの導管104および108の個別の軸方向端の界面間の既存のいかなる空間も充填する。本半径方向圧縮の効果は、継手128の周囲に恒久的液密密閉を作成することである。結果として生じる密閉は、特に、小ボアまたは毛細管サイズの導管において、非常に効果的であることが分かっている。例えば、ミリメートルスケールの導管から加工される微少流体導管アセンブリでは、密閉された継手128は、故障せずに、10,000psiを上回る流体圧力に耐えることが可能であることが分かっている。いくつかの評価では、これらの微少流体導管アセンブリにおける流体シールの完全性は、約60,000psi程度もの圧力を維持した。

10

【0032】

また、図1Bに示されるように、可鍛性材料は、外被116と導管104および108との間の環状空間を通して軸方向に押出される。所与の実施形態において提供される可鍛性材料の量および印加される力の量に応じて、可鍛性材料の部分150および152は、外被116の軸方向端から押出され得る。押出された部分150および152は、所望に応じて、任意の好適な手段（例えば、切断）によって、微少流体導管アセンブリ100から除去されてもよい。典型的実施形態では、外被116の軸方向端からの押出成形は、適正な流体密閉が形成されることを保証するために必要ではない。

20

【0033】

いくつかの実施形態では、外被116の軸方向長は、1mm～100mmに及ぶ。概して、可鍛性層112の初期または公称軸方向長（すなわち、圧縮前）は、図1Aに図示されるように、外被116の軸方向長と同一であってもよく、または代替として、外被116の軸方向長を上回る、またはそれ未満であってもよい。

【0034】

図1Bに図示される半径方向圧縮力の印加は、種々の方法で実装されてもよい。一実施例では、分裂コレット（2つ以上のセグメントに分割される）が、外被116の周囲に定置され、外被116上のいくつかの点において、半径方向力を印加するように構成されてもよい。半径方向力は、続いて、コレットに対して外被116を回転させ、半径方向力の印加を繰り返すことによって、付加的点に印加されてもよい。別の実施例では、回転式スエーピングまたは管スエーピング技法が、採用されてもよい。全てのそのような場合において、従来のフェルールおよび圧縮接手は、本明細書に開示される密閉された微少流体導管アセンブリ100の加工に要求されないことが分かり得る。接着剤もまた、要求されない。

30

【0035】

前述のように、いくつかの実施形態では、導管104、108の一方または両方は、最初は、導管104、108が可鍛性材料（例えば、PEEKsilTM管類）の外側コーティングを有する、複合材形態で提供されてもよい。可鍛性外側コーティングの厚さは、例えば、0.01～1mmに及び得る。そのような複合材導管は、前述の密閉された微少流体導管アセンブリ100の加工において、可鍛性層112と併用されてもよい。可鍛性外側コーティングは、概して、可鍛性層112と同一の様式で半径方向に圧縮および押出されるであろう。第1の導管104および第2の導管108の個別の可鍛性外側コーティングは、継手128の近傍で相互内に軸方向に押出され、個別の可鍛性外側コーティングはそれぞれ、継手128の密閉に寄与し得る。半径方向圧縮力の印加に応じて、可鍛性層112および個別の可鍛性外側コーティングは、ある程度、これらの材料間の初期境界が

40

50

、もはや判別不能または少なくともほぼ判別不能であり得るほど、相互に融合し得る。

【0036】

いくつかの実施形態では、導管104および108は両方とも、最初は、導管104および108がそれぞれ、可鍛性材料の外側コーティングを有する、複合材形態で提供されてもよい。そのように提供される可鍛性材料の厚さおよび量は、可鍛性材料の付加的層が必要とされないように、密閉された微少流体導管アセンブリ100を加工する際に使用するために十分であり得る。図1Aおよび1Bは、第1の導管104および第2の導管108の個別の可鍛性外側コーティングを表す、可鍛性層112を伴う、これらの実施形態を描写すると見なされ得る。これらの実施形態では、第1の導管104および第2の導管108は、適切に定寸された外被116の両端を通してそれらを挿入することによって、相互と接触されてもよい。

10

【0037】

他の実施形態では、3つ以上の導管が、本明細書に説明される方法のいずれかに従って、複数の密閉された継手を提供することによって、直列にともに接続されてもよい。

【0038】

図1Bに図示されるような密閉された微少流体導管アセンブリ100は、2つの個別の導管間に密閉された継手を要求する、任意の微少流体用途において利用されてもよい。実施例として、微少流体チップ、ラボオンチップ、マイクロ全分析システム(μ -TAS)、微小電気機械システム(MEMS)、およびマイクロスケールおよびナノスケール流体混合器、希釈装置、流体導入または分注デバイス、分光フローセル、およびHPLCシステムが挙げられるが、それらに限定されない。密閉された微少流体導管アセンブリ100は、特に、狭い空間における取付のためにコンパクトな微少流体接続を要求する用途、高圧力微少流体接続を要求する用途、および分析用分離を伴い、したがって、最小信号/ピーク分散を要求する用途において有用であり得る。密閉された微少流体導管アセンブリ100は、概して、典型的には、従来の流体接続と関連付けられる、より高価かつ嵩張る機械加工された接手の代用において採用されてもよい。さらに、本明細書に開示される加工の方法は、低コストで密閉された微少流体導管アセンブリ100を生産するように、容易に拡張され得る。多くの用途に対して、密閉された微少流体導管アセンブリ100の低コスト、信頼性、および廃棄性は、有用寿命を延長し、交換を回避するために、点検を要求する、より高価な流体接続より有利であると見なされ得る。加えて、密閉された微少流体導管アセンブリ100は、液体試料流動が、最小死容積および分散を伴って行なわれるべきである分析用システムにおいて有用である。

20

30

【0039】

また、微少流体導管アセンブリ100を加工するための方法は、異なる材料から成る2つの導管を接続するために高度に互換性がある。多くの用途に対して、これは、両タイプの材料の利点が利用されることを可能にする。例えば、熔融石英管類は、非常に厳密な内径公差を提供し得るが、脆弱性かつ非伝導性であり得る。一方、ステンレス鋼は、非常に頑強かつ伝導性であるが、非常に大きな内径公差を有し得る。熔融石英導管と金属導管との間で行なわれる接続は、微少流体導管アセンブリ100が、精密な直径公差および強固な端部を伴って作製されることを可能にし得る。精密な直径公差は、デバイスが、分散および流動インピーダンス等の再現可能仕様を伴って製造されることを可能にする。

40

【0040】

図2Aは、組立の完了に先立った（特に、半径方向圧縮力を印加する前の）、別の実施形態による、微少流体導管アセンブリ200の実施例の断面図である。図2Bは、組立完了後の、すなわち、半径方向圧縮力を印加後の、微少流体導管アセンブリ200の断面図である。微少流体導管アセンブリ200の特徴または構成要素のいくつかは、前述され、図1Aおよび1Bに図示される、微少流体導管アセンブリ100のものと同一または同様であってもよく、故に、図2Aおよび2Bでは、同一または類似参照番号によって指定される。微少流体導管アセンブリ200は、第1の導管104と第2の導管108との間に軸方向に介在されるフィルタ256を含む。故に、本実施形態では、継手228は、第1

50

の導管 104 とフィルタ 256 との間の界面および第 2 の導管 108 とフィルタ 256 との間の界面によって画定される。典型的実施形態では、フィルタ 256 は、図示されるように、円盤形状である。フィルタ 256 は、当業者によって理解されるように、メッシュフィルタまたは多孔性フリット等の任意のタイプの構成を有してもよい。本実施形態では、継手 228 は、第 1 の導管 104 を片側のフィルタ 256 と接触させ、第 2 の導管 108 を反対側のフィルタ 256 と接触させることによって形成される。可鍛性層 112 は、スリーブとして、または代替として、前述のように、導管 104、108 の一方または両方の周囲のコーティングまたは被覆として提供されてもよい。

【0041】

図 2B に図示されるような密閉された微少流体導管アセンブリ 200 は、密閉された微少流体導管アセンブリ 100 に関連して前述された実施例のような 2 つの個別の導管間に密閉された継手を要求し、加えて、粒子濾過を要求する、任意の微少流体用途において利用されてもよい。実施例として、密閉された微少流体導管アセンブリ 200 は、流体ポンプへの入力ラインまたはそこからの出力ライン内において、あるいは HPLC 分析用カラムの上流に位置する、前置カラムフィルタとして、採用されてもよい。別の実施例では、密閉された微少流体導管アセンブリ 200 は、分析用カラムの（例えば、端部キャップ内の）入力端部および／または出力端部として使用するために適合されてもよい。この場合、フィルタ 256 は、固定相を分析用カラム内に十分に充填された状態を保定する一方、移動相が、分析用カラムを通して通過することを可能にする、フリットとしての役割を果たしてもよい。密閉された微少流体導管アセンブリ 200 はまた、密閉された微少流体導管アセンブリ 100 に関連して前述された利点のうちの 1 つ以上を提供し得る。

【0042】

図 3 は、別の実施形態による、微少流体導管アセンブリ 300 の実施例の断面図である。微少流体導管アセンブリ 300 の特徴または構成要素のいくつかは、前述され、図 1A および 1B に図示される、微少流体導管アセンブリ 100 ののものと同一または同様であってもよく、故に、図 3 では、同一のまたは類似参照番号によって指定される。本実施形態では、第 1 の導管 104 および第 2 の導管 108 は、異なる外径を有する。具体的に図示される実施例では、第 2 の導管 108 の外径は、第 1 の導管 104 のものより大きい。第 1 の導管 104 および第 2 の導管 108 の内径は、同一または異なってもよい。可鍛性層 112 は、スリーブの形態で提供されてもよい。本実施形態では、可鍛性層 112 は、流体密閉形成材料と、第 1 の導管 104 および第 2 の導管 108 の異なる外径を補償するための構成材料とを提供する二重目的を果たす。外被 116 は、より大きな直径の第 2 の導管 108 の周囲に緊密に嵌合するように定寸される。継手 328 は、第 1 の導管 104 を可鍛性層 112 内に挿入し、第 1 の導管 104 および可鍛性層 112 を外被 116 の一方の軸方向端を通して挿入し、第 2 の導管 108 を外被 116 の反対の軸方向端を通して挿入することによって形成される。第 1 の導管 104 および第 2 の導管 108 の個別の軸方向端は、外被 116 の内部内に相互に当接接触させられる。本時点において、可鍛性層 112 は、第 2 の導管 108 の端面 360 と接触してもよく、またはそうでなくてもよい。

【0043】

継手 328 は、次いで、継手 328 からある軸方向距離、すなわち、図 3 における矢印によって図式的に示されるように、可鍛性層 112 および第 1 の軸方向端区画 120 と半径方向に整合される、第 1 の軸方向位置において、半径方向力 136 を外被の外側表面 116 に印加することによって密閉される。半径方向力 136 は、図 1B に関連して前述ののものと同一または類似の技法を使用して印加されてもよい。故に、半径方向力 136 は、外被の外側表面 116 の周囲の複数の円周方向場所で印加されてもよく、かつ外被 116 の外側表面上のまたは外側表面の連続面積にわたる、局所接触点で印加されてもよい。半径方向力 136 の印加は、外被 116 に可鍛性層 112 に対して重みをかけさせ、それによって、外被 116 と第 1 の軸方向端区画 120 との間の可鍛性材料を半径方向に圧縮す

る。本半径方向圧縮に応答して、可鍛性材料は、押出成形のために利用可能な全方向に押出される。その結果、可鍛性材料は、継手 3 2 8 に対して圧縮され、2つの導管 1 0 4 および 1 0 8 の個別の軸方向端の界面間に既存のいかなる空間も充填し、それによって、継手 3 2 8 の周囲に恒久的液密密閉を作成する。十分な半径方向力が提供されると、可鍛性材料の一部（図示せず）は、第 1 の導管 1 0 4 を囲繞する外被 1 1 6 の軸方向端から押出され得、所望に応じて、密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 から除去されてもよい。

【0044】

いくつかの実装では、可鍛性層 1 1 2 は、最初に、第 1 の導管 1 0 4 に提供される、コーティングまたは被覆を表し得る。

10

【0045】

いくつかの実装では、第 2 の導管 1 0 8 と外側外被 1 1 6 との間に同軸で嵌合するように定寸される、第 2 の可鍛性層 3 6 4 は、図 3 における破線によって図式的に描写されるように提供されてもよい。第 2 の可鍛性層 3 6 4 は、最初は、第 2 の導管 1 0 8 と別個の構成要素として提供される、スリーブであってもよい。代替として、第 2 の導管 1 0 8 は、外側コーティングまたは被覆として、第 2 の可鍛性層 3 6 4 を含む、複合材構造として提供されてもよい。いずれの場合も、第 2 の半径方向力 1 4 0 は、図 3 における矢印によって図式的に示されるように、第 1 の軸方向位置に対して継手 3 2 8 の反対側で第 2 の可鍛性層 3 6 4 および第 2 の軸方向端区画 1 2 4 と半径方向に整合された第 2 の軸方向位置において、外被 1 1 6 の外側表面に印加されてもよい。このように、第 2 の可鍛性層 3 6 4 の半径方向圧縮は、継手 3 2 8 の密閉に寄与し得る。

20

【0046】

図 3 に図示されるような密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 は、密閉された微少流体導管アセンブリ 1 0 0 に関連して前述の実施例のように、2つの個別の導管間に密閉された継手を要求する、任意の微少流体用途において利用されてもよい。密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 は、特に、異なる外径を有する 2つの導管間に微少流体接続を要求する用途において有用である。密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 はまた、密閉された微少流体導管アセンブリ 1 0 0 と関連して前述の利点のうちの 1つ以上を提供し得る。

30

【0047】

一実施例では、密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 は、電気スプレーイオン化（ESI）の公知の技法に従って、大気圧イオン化（API）界面における液体試料をイオン化するための電気スプレープローブとして利用される、またはその一部を形成してもよい。本実施例では、第 1 の導管 1 0 4 は、電気伝導性材料から成り、電気スプレー針（または、電気スプレー先端）としての役割を果たす。密閉された微少流体導管アセンブリ 3 0 0 によって提供される小型のコンパクトな微少流体接続は、電気スプレープローブが、低分散流体路を提供することを可能にする。

【0048】

電気スプレープローブの一非限定的実施例では、第 1 の導管 1 0 4 は、3 1 6 L ステンレス鋼管類であって、軸方向長 0.625 インチ、内径 0.002 + / - 0.001 インチ、および外径 0.012 + / - 0.005 インチを有する。第 2 の導管 1 0 8 は、PEEK s i l^{T M} 複合材であって、軸方向長 20.0 cm、内径 50 μm、および外径 1 / 32 インチを有する。可鍛性層 1 1 2 は、PEEK またはポリイミドであって、軸方向長 0.15 インチおよび内径 0.013 インチを有する。外被 1 1 6 は、3 1 6 L ステンレス鋼管類であって、軸方向長 0.75 + / - 0.02 インチ、内径 0.031 + 0.001 / - 0.005 インチ、および外径 0.042 + / - 0.002 インチを有する。

40

【0049】

図 4 は、前述され、図 3 に図示されるように加工されるとき、電気スプレープローブによって提供される、改良された分散の実施例を図示する。具体的には、図 4 は、4つの異

50

なる電気スプレープローブに対する経時的（秒単位）信号強度（カウント単位）のプロットである。各プローブの針（第1の導管）は、ステンレス鋼であって、異なる内径を有していた。各プローブは、同一の流速（ $10\ \mu\text{L}/\text{分}$ ）で同一の検体試料を流動させることによって試験された。4つのプローブは、4つのピーク402、404、406、408を生成し、比較目的のために、図4において、相互に重畳される。第1のプローブは、内径 $100\ \mu\text{m}$ を有する針を具備する、市販のプローブであった。第1のプローブによって生成されるピーク402は、非常に不鮮明である。第2のプローブは、針が内径 $65\ \mu\text{m}$ を有する、第1のプローブの修正されたバージョンであった。第2のプローブによって生成されるピーク404は、第1のプローブによって生成されるピーク402よりはるかに分散が少ない。第3および第4のプローブは、それぞれ、内径 $50\ \mu\text{m}$ および $25\ \mu\text{m}$ を有する針を伴って、前述され、図3に図示されるように加工された。第3のプローブによって生成されるピーク406は、ピーク402および404と比較して改良されている。第4のプローブによって生成されるピーク408は、劇的に改良され、ピーク幅（FWHM、または半値全幅）0.3秒を呈している。

【0050】

図5は、別の実施形態による、流動モジュール500の概略図である。流動モジュール500は、概して、流動制限器570と、流動制限器570と流動的に連通する、1つ以上の圧力センサ574とを含む。流動制限器570は、3つの導管を直列に接続するように、相互から軸方向に離間された2つの密閉された継手を含む、密閉された微少流体導管アセンブリである。具体的には、流動制限器570は、一方の軸方向端において、第2の導管108に、他方の軸方向端において、第3の導管508に接続される、第1の導管104によって画定される。第1の導管104は、第1の密閉された継手528によって、第2の導管108に、第2の密閉された継手578によって、第3の導管508に接続される。密閉された継手528および578は、前述され、図1A-3に図示される方法のいずれかに従って加工される。可鍛性層（具体的には図示せず）は、1つ以上の個別の構成要素として提供されてもよい。実施例として、可鍛性層は、第1の導管104の軸方向長の大部分に及ぶ、または第1の導管104の軸方向長とほぼ同一である、または第1の導管104より大きく、第2のおよび第3の導管108および508と重複する、初期軸方向長を有する単一構成要素として提供されてもよい。別の実施例として、第1の可鍛性層は、第1の継手528が形成される場所に提供されてもよく、第2の可鍛性層は、第2の継手578が形成される場所に提供されてもよい。別の実施例として、導管104、108、508のうちの1つ以上は、前述のような可鍛性材料のコーティングまたは被覆を含んでもよい。

【0051】

流動モジュール570の第1の導管104、第2の導管108、および第3の導管508はそれぞれ、第1の内径、第2の内径、および第3の内径を有する。第1の内径は、第2および第3の内径未満であって、典型的には、第2および第3の内径は、同一である。第1の導管104、第2の導管108、および第3の導管508の個別の外径は、同一または異なってもよい。そのより小さい内径のため、第1の導管104は、第1の導管104、第2の導管108、および第3の導管508を通して画定される流体流路内に減少流動面積を導入する。故に、圧力降下は、第1の導管104の軸方向長を横断して観察され、これは、当業者によって理解されるように、導管104、108、508を通る流速と相関され得る。本目的のために、圧力センサ574からの流体ライン582および584はそれぞれ、第1の導管104の軸方向端近傍の流体流路と連通する。流体ライン582および584はそれぞれ、任意の好適な手段によって、第2の導管108および第3の導管508内にネジ切りされてもよい。圧力センサ574は、圧力降下を測定するための任意の好適な構成を有してもよい。一実施例では、圧力センサ574は、圧力降下を測定するために構成される、単一圧力センサである。別の実施例では、圧力センサ574は、第1の導管104の一方の軸方向端における圧力を測定するための1つの流体ライン582と関連付けられた1つの圧力センサと、第1の導管104の他方の軸方向端における圧力

を測定するための他の流体ライン 584 と関連付けられた別の圧力センサとを含む。後者の実施例では、2つの圧力示度値は、比較され（例えば、一方の示度値が、他方の示度値から減算される）、圧力降下を判定してもよい。圧力センサ 574 からの出力信号 588 は、フィードバック信号として、電子コントローラ（図示せず）に伝送され、電子コントローラが、流速を制御することを可能にしてもよい（マイクロポンプを制御すること等によって）。

【0052】

流動モジュール 500 は、密閉された微少流体導管アセンブリ 100 と関連して前述の利点のうちの1つ以上を提供してもよい。これらは、例えば、異なるサイズの導管間の接続、異なる材料組成物の導管間の接続、およびより精密かつ頑強な流体接続の提供を促進することを含み得る。

【0053】

本発明の種々の側面または詳細は、本発明の範囲から逸脱することなく、変更されてもよいことを理解されるであろう。さらに、前述の説明は、例証目的のためにすぎず、限定目的ではない。すなわち、本発明は、請求項によって定義される。

10

【図 1 A】

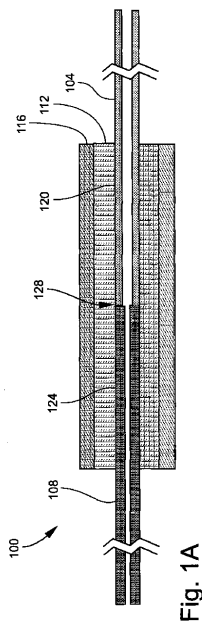


Fig. 1A

【図 1 B】

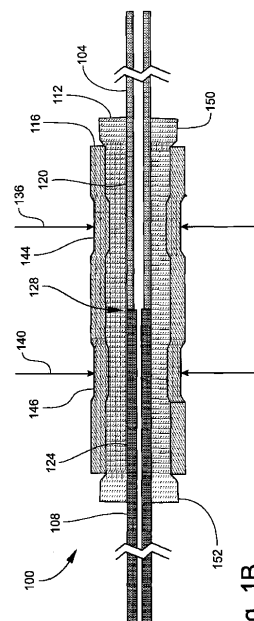


Fig. 1B

【図 2 A】

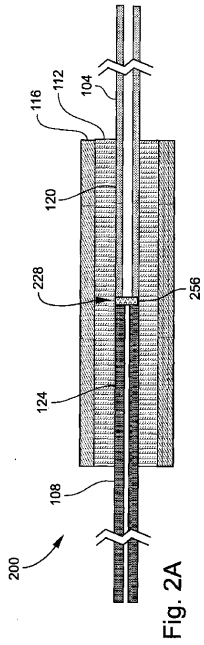


Fig. 2A

【図 2 B】

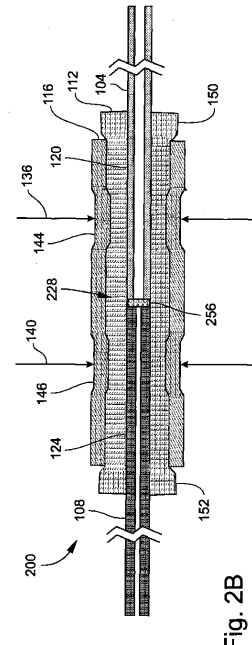


Fig. 2B

【図 3】

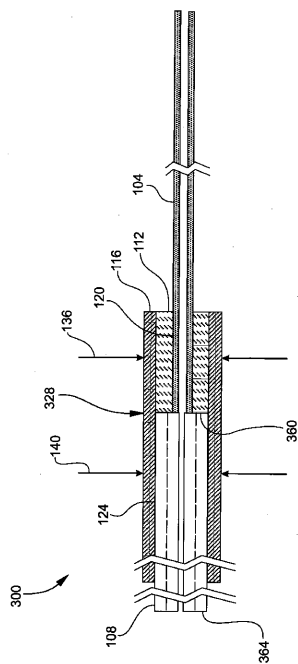


Fig. 3

【図 5】

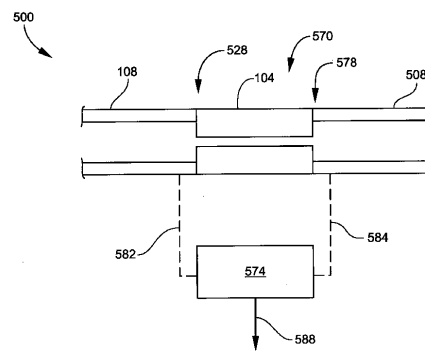


Fig. 5

【図 4】

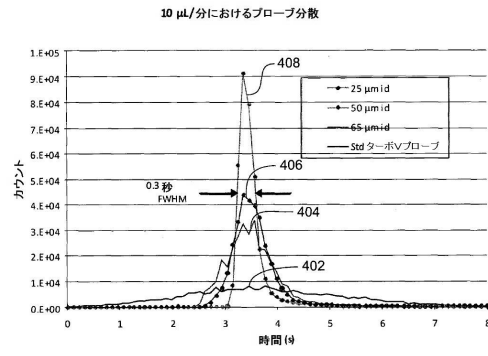


Fig. 4

フロントページの続き

審査官 柳本 幸雄

- (56)参考文献 特開平11-264489 (JP, A)
特開昭63-083487 (JP, A)
特開2008-075809 (JP, A)
実開昭63-115686 (JP, U)
米国特許出願公開第2007/0138076 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16L 13/10
F16L 11/12
F16L 37/04