

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-529885
(P2024-529885A)

(43)公表日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/20 (2016.01)	A 6 1 B 34/20	4 C 1 3 0
A 6 1 B 34/30 (2016.01)	A 6 1 B 34/30	
A 6 1 B 34/37 (2016.01)	A 6 1 B 34/37	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全110頁)			
(21)出願番号	特願2024-502022(P2024-502022)	(71)出願人	595148888
(86)(22)出願日	令和4年7月23日(2022.7.23)		ストライカー コーポレーション
(85)翻訳文提出日	令和6年1月15日(2024.1.15)		Stryker Corporation
(86)国際出願番号	PCT/US2022/038099		アメリカ合衆国ミシガン州49002,
(87)国際公開番号	WO2023/004175		カラマズー, エアヴュー・ブルヴァー
(87)国際公開日	令和5年1月26日(2023.1.26)		ド 2825
(31)優先権主張番号	63/225,317		2825 Airview Boulev
(32)優先日	令和3年7月23日(2021.7.23)		ard Kalamazoo MI 49
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(71)出願人	002 (US)
(31)優先権主張番号	63/312,798		521535973
(32)優先日	令和4年2月22日(2022.2.22)		ストライカー ヨーロピアン オペレーシ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		ョンズ リミテッド
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA		Stryker European Op
	最終頁に続く		erations Limited
			アイルランド国 ティー45エイチエッ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 同軸血管内アセンブリの管理、追跡、および制御

(57)【要約】

血管内管理および追跡システムは、少なくとも1つの細長い医療器具がそれぞれ取り付けられるトラックと少なくとも1つのシャトルを具える。各シャトルは、トラックに機械的に結合されるように構成されている。各シャトルは、トラック上を走行するように構成されたスレッドと、スレッドに担持され、トラックに沿って各シャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成された軸方向駆動機構と、スレッドに担持され、軸方向駆動機構を作動させるように構成された第1のアクチュエータとを具える。

【選択図】 図1

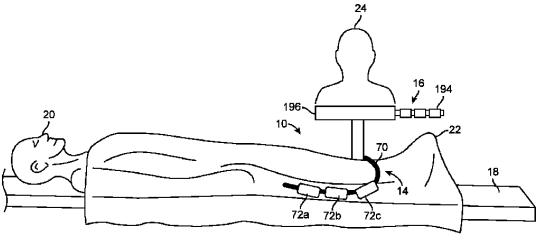


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

血管内管理および追跡システムであって、
トラックと、

少なくとも 1 つの細長い医療器具がそれぞれ取り付けられる少なくとも 1 つのシャトルとを具え、前記少なくとも 1 つのシャトルの各々は、前記トラックに機械的に結合されるように構成され、前記トラックに乗るように構成されたスレッドと、当該スレッドに担持され前記トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構と、前記スレッドに担持され前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された第 1 のアクチュエータとを具えることを特徴とする血管内管理および追跡システム。

10

【請求項 2】

前記トラックが可撓性である、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの細長い医療器具の各々が、ガイドシース、作業カテーテル、およびガイドワイヤのうちの 1 つである、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのシャトルは複数のシャトルからなり、前記少なくとも 1 つの細長い医療器具が複数の細長い医療器具からなる、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 5】

前記複数のシャトルの各々は、前記トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように構成されている、請求項 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6】

前記複数のシャトルの各々は、前記トラックにねじ込まれるように構成されている、請求項 5 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 7】

前記複数のシャトルの各々は、前記トラックに横方向に嵌合するように構成されている、請求項 5 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 8】

前記複数のシャトルのうちの後続の 1 つがそれぞれ、前記複数のシャトルの先行する 1 つに取り付けられた前記複数の細長い医療器具のそれぞれの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの 1 つの中に同軸に配置されるようになっている、請求項 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 9】

前記複数のシャトルのうちの 1 つがマスタシャトルであり、前記複数のシャトルのうちの別の 1 つがスレーブシャトルであり、前記血管内管理および追跡システムは、前記マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に応答して、前記スレーブシャトルの軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラをさらに含み、前記スレーブシャトルは、前記トラックに沿った前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記トラックに沿って軸方向に並進するようになっている、請求項 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 10】

前記コントローラが電氣的コントローラである、請求項 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 11】

前記コントローラが機械的コントローラである、請求項 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記スレッドに担持され、前記各シャトルに

50

取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに具える、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3】

前記オンボード流体管理制御アセンブリが回転止血弁（R H V）を含む、請求項 1 2 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 4】

前記 R H V がそれぞれのシャトルから取り外されるように構成されている、請求項 1 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 5】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記スレッドに担持され、それぞれの細長い医療器具をその長手方向軸を中心に回転させるように作動されるように構成された回転駆動機構と、前記スレッドに担持され、前記回転駆動機構を作動させるように構成された第 2 のアクチュエータとを具える、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 6】

前記スレッドに担持され、前記軸方向駆動機構を前記トラックに交互に係合および係合解除するように手動で操作されるように構成されたロック機構をさらに含む、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 7】

前記少なくとも 1 つの細長い医療器具の各々が可撓性であり、前記少なくとも 1 つのシャトルの 1 つ以上が、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに具える、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 8】

1 以上の前記座屈防止機構の各々が、それぞれの細長い医療器具が摺動可能に配置されるように構成された管状部材を具える、請求項 1 7 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 9】

前記管状部材が、該管状部材の長さに沿って延びるスリットを有する、請求項 1 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 0】

1 以上の前記座屈防止機構の各々の遠位端は、ある位置に取り付けられるように構成されており、各座屈防止機構が、それぞれのシャトルが前記位置から離れるように軸方向に並進させられると長くなり、それぞれのシャトルが前記位置に向かって軸方向に並進させられると短くなるように構成されている、請求項 1 7 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 1】

前記 1 以上の座屈防止機構の 1 つの遠位端が取り付けられる位置が、患者に対して固定された位置である、請求項 2 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 2】

前記少なくとも 1 つのシャトルが複数のシャトルからなり、前記複数のシャトルのうちの先行する 1 つの座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置が、前記複数のシャトルのうちの後続の 1 つである、請求項 2 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 3】

前記座屈防止機構が前記軸方向駆動機構を含む、請求項 1 7 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 4】

前記第 1 のアクチュエータが手動アクチュエータである、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 2 5】

前記第 1 のアクチュエータがモータである、請求項 1 に記載の血管内管理および追跡シ

10

20

30

40

50

ステム。

【請求項 26】

ロボット血管内システムであって、
請求項 25 に記載の血管内管理および追跡システムと、
ユーザからの手動コマンドを受け取り少なくとも 1 つのシャトルの各々のモータに制御信号を送信するように構成されたマスタ入力装置とを含む、ロボット血管内システム。

【請求項 27】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを具える、請求項 26 に記載のロボット血管内システム。

【請求項 28】

血管内管理および追跡システムにおいて、
可撓性トラックと、
少なくとも 1 つの細長い医療器具がそれぞれ取り付け可能な少なくとも 1 つのシャトルであって、各々が前記可撓性トラックに機械的に結合されるように構成されている少なくとも 1 つのシャトルと、
前記可撓性トラックに沿って前記少なくとも 1 つのシャトルを軸方向に並進させるように構成されている駆動アセンブリとを具える、血管内管理および追跡システム。

【請求項 29】

前記可撓性トラックが、病室環境に合わせて使用者によって輪郭付けされるように構成されている、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 30】

前記病室環境が、テーブル、ドレープ、および患者のうちの 1 つまたは複数を含む、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 31】

複数のトラック支持アームをさらに具え、前記トラック支持アームの各々は、処置台に固定されるように構成された一端と、前記可撓性トラックに固定されるように構成された他端とを有し、前記可撓性トラックが前記処置台の上方に吊り下げられ得るようになっている、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 32】

前記複数のトラック支持アームの各々は、前記処置台に対する各アームの他端の高さを選択するために、前記処置台に対して調節されるように構成されている、請求項 31 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 33】

前記複数のトラック支持アームの他端に取り付けられた複数の脚をさらに具え、前記可撓性トラックが前記複数の脚の上に取り付けられるように構成されている、請求項 31 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 34】

前記複数の脚の各々が、前記処置台に対するそれぞれの脚の高さを選択するために、前記トラック支持アームに対して調節されるように構成されている、請求項 33 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 35】

前記可撓性トラックが、当該可撓性トラックの長さに沿ったチャンネルを具え、前記複数の脚の各々が、前記可撓性トラックのチャンネルに着脱可能に取り付けられるように構成されたクリートを具える、請求項 33 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 36】

前記可撓性トラックは、前記少なくとも 1 つのシャトルが乗るオープンモノレールである、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 37】

前記可撓性トラックが、上から下への可撓性と、当該上から下への可撓性よりも小さい横から横への可撓性とを有する、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

10

20

30

40

50

【請求項 38】

前記可撓性トラックが、ドレープ上に安定的に静止するように構成されたトラックラックと、トラックレールが前記ドレープの上方に持ち上げられるように前記トラックラックに取り付けられたトラックレールとを具え、前記少なくとも1つのシャトルが前記トラックレールに機械的に結合されるように構成されている、請求項28に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 39】

前記トラックラックが、前記ドレープ上に安定的に載置されるように構成された細長いベースと、当該細長いベースの上に固定され、前記トラックレールが取り付けられる1または複数の台座とを具える、請求項38に記載の血管内管理および追跡システム。

10

【請求項 40】

前記細長いベースが、一対の細長いフレーム部材と、前記一対の細長いフレーム部材を互いに固定する一連のクロスバーとを有する矩形フレームの形態である、請求項39に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 41】

前記可撓性トラックが、互いに取り外し可能に取り付けられるように構成された複数のトラックセグメントを含む、請求項28に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 42】

前記可撓性トラックの遠位端を患者に固定するように構成された締結具をさらに含む、請求項28に記載の血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 43】

前記少なくとも1つの細長い医療器具の各々が、ガイドシース、作業カテーテル、およびガイドワイヤのうちの1つである、請求項28に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 44】

前記少なくとも1つのシャトルが複数のシャトルからなり、前記少なくとも1つの細長い医療器具が複数の細長い医療器具からなる、請求項28に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 45】

前記複数のシャトルの各々は、前記可撓性トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように構成されている、請求項44に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 46】

前記複数のシャトルの各々が、前記可撓性トラックにねじ込まれるように構成されている、請求項45に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 47】

前記複数のシャトルの各々が、前記可撓性トラックに横方向に嵌合するように構成されている、請求項45に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 48】

前記シャトルのうちの後続の1つがそれぞれ、前記シャトルのうちの先行する1つに取り付けられた前記少なくとも1つの細長い医療器具のそれぞれの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた少なくとも1つの細長い医療器具のそれぞれの1つの中に同軸に配置されるようになっている、請求項44に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 49】

前記複数のシャトルのうちの1つがマスタシャトルであり、前記複数のシャトルのうちの別の1つがスレーブシャトルであり、前記血管内管理および追跡システムは、前記マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に応答して、前記スレーブシャトルの軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラをさらに含み、前記スレーブシャトルは、前記可撓性トラックに沿った前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記可撓性トラッ

50

クに沿って軸方向に並進するようになっている、請求項 44 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 50】

前記コントローラが電氣的コントローラである、請求項 49 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 51】

前記コントローラが機械的コントローラである、請求項 49 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 52】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、各シャトルに取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに具える、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

10

【請求項 53】

前記オンボード流体管理制御アセンブリが回転止血弁（RHV）を含む、請求項 52 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 54】

前記 RHV がそれぞれのシャトルから取り外されるように構成されている、請求項 53 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 55】

前記駆動アセンブリは、少なくとも 1 つの軸方向駆動機構および少なくとも 1 つの第 1 のアクチュエータを具え、前記少なくとも 1 つのシャトルがそれぞれ、前記少なくとも 1 つの軸方向駆動機構および前記少なくとも 1 つの第 1 のアクチュエータを具え、前記少なくとも 1 つの軸方向駆動機構の各々は、前記可撓性トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成され、前記少なくとも 1 つの第 1 のアクチュエータの各々は、それぞれの軸方向駆動機構を作動させるように構成されている、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 56】

前記駆動アセンブリは、少なくとも 1 つの回転駆動機構および少なくとも 1 つの第 2 のアクチュエータをさらに具え、前記少なくとも 1 つのシャトルがそれぞれ、前記少なくとも 1 つの回転駆動機構および前記少なくとも 1 つの第 2 のアクチュエータを具え、前記少なくとも 1 つの回転駆動機構の各々は、それぞれの細長い医療器具をそれぞれのシャトルに対してその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成され、前記少なくとも 1 つの第 2 のアクチュエータの各々は、それぞれの回転駆動機構を作動させるように構成されている、請求項 55 に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 57】

前記軸方向駆動機構を前記可撓性トラックに交互に係合および係合解除するように手で操作されるように構成されたロック機構をさらに具える、請求項 55 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 58】

前記少なくとも 1 つの細長い医療器具の各々が可撓性であり、前記少なくとも 1 つのシャトルの 1 つ以上が、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに具える、請求項 28 に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 59】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構の各々が、それぞれの細長い医療器具が摺動可能に配置されるように構成された管状部材を具える、請求項 58 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 60】

前記管状部材が、該管状部材の長さに沿って延びるスリットを有する、請求項 59 に記載の血管内管理および追跡システム。

50

【請求項 6 1】

前記少なくとも 1 つの前記座屈防止機構の各々の遠位端は、ある位置に取り付けられるように構成されており、各座屈防止機構が、それぞれのシャトルが前記位置から離れるように軸方向に並進させられると長くなり、それぞれのシャトルが前記位置に向かって軸方向に並進させられると短くなるように構成されている、請求項 5 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 2】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構の 1 つの遠位端が取り付けられる位置が、患者に対して固定された位置である、請求項 6 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 3】

前記少なくとも 1 つのシャトルが複数のシャトルからなり、前記少なくとも 1 つの細長い医療器具が複数の細長い医療器具からなり、前記シャトルのうちの先行する 1 つに前記座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置は、前記シャトルのうちの後続の 1 つである、請求項 6 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 4】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構のうちの 1 以上が前記駆動アセンブリを含む、請求項 6 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 5】

前記駆動アセンブリは手動で作動される、請求項 2 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 6】

前記駆動アセンブリはモータ作動式である、請求項 2 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 6 7】

ロボット血管内システムであって、
請求項 6 6 に記載の血管内管理および追跡システムと、
ユーザからの手動コマンドを受け取り、前記駆動アセンブリに制御信号を送信するように構成されたマスタ入力装置とを具えることを特徴とするロボット血管内システム。

【請求項 6 8】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを具える、請求項 6 7 に記載のロボット血管内システム。

【請求項 6 9】

血管内管理および追跡システムであって、
少なくとも 1 つの可撓性の細長い医療器具を軸方向に並進させるように構成された駆動システムと、

前記少なくとも 1 つの細長い医療器具のそれぞれが、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答して脱出するのを防止するように構成された少なくとも 1 つの座屈防止機構とを具え、前記少なくとも 1 つの座屈防止機構のそれぞれが、それぞれの細長い医療器具の軸方向の並進に応答して、交互に巻き取りおよび繰り出しされるように構成された軸方向分割シースを含み、当該軸方向分割シースが、巻き取られたときに扁平状態になるように構成された扁平の近位部分と、繰り出されたときに管状状態になるように構成された管状の遠位部分と、当該管状の遠位部分においてそれぞれの細長い医療器具をその中に摺動可能に受容するように構成されたルーメンとを有することを特徴とする血管内管理および追跡システム。

【請求項 7 0】

前記軸方向分割シースが、当該軸方向分割シースの扁平の近位部分が外力に응答してのみ扁平状態をとるように、管状の形状をとるように予め形成されている、請求項 6 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 7 1】

前記軸方向分割シースは、当該軸方向分割シースの扁平の近位部分が外力のない状態で

10

20

30

40

50

平坦な状態のままであり、前記軸方向分割シースの管状の遠位部分が外力のない状態で管状の状態のままであるような、双安定構造を有する、請求項 69 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 72】

前記軸方向分割シースの扁平の近位部分が扁平化機構から近位方向に延びるように、前記軸方向分割シースを管状状態から扁平状態に移行させるように構成された扁平化機構をさらに具える、請求項 69 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 73】

前記扁平化機構が、前記軸方向分割シースが間に配置されるピンチローラを具える、請求項 72 に記載の血管内管理および追跡システム。

10

【請求項 74】

前記軸方向分割シースを扁平状態から管状状態に移行させるように構成されたチューブ形成機構をさらに具え、当該チューブ形成機構は、軸方向に分割された管状の遠位部分が前記チューブ形成機構から遠位に延びるように、前記扁平機構の遠位に配置されている、請求項 72 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 75】

前記チューブ形成機構が、前記軸方向分割シースが当接する円弧状のベアリング面を具える、請求項 74 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 76】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構の各々が、前記ハウジング内に配置された巻き取りリールをさらに具え、当該巻き取りリールは、交互に、巻き取り時に前記軸方向分割シースの扁平の近位部分を巻き取り、繰り出し時に前記軸方向分割シースの扁平の近位部分を展開するように構成されている、請求項 69 に記載の血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 77】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構の各々が、巻き取り時に前記軸方向分割シースの扁平の近位部分を巻き取るように前記巻き取りリールにバイアスがかかるように構成された巻き取りバイアス機構をさらに具える、請求項 76 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 78】

前記巻き取りバイアス機構が、前記巻き取りリールがアイドルプーリと一体となって回転するように、前記巻き取りリールに取り付けられたアイドルプーリと、前記軸方向分割シースの扁平の近位部分が巻き取り時に回転するように構成された駆動プーリと、前記駆動プーリの回転に応答して前記アイドルプーリが回転するように、前記アイドルプーリを前記駆動プーリに連結する駆動ベルトとを具える、請求項 77 に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 79】

前記アイドルプーリの直径が前記駆動プーリの直径よりも小さい、請求項 78 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 80】

前記巻き取りバイアス機構が、前記巻き取りリールに巻き付けられた前記軸方向分割シースの扁平の近位部分の直線速度を、前記ハウジングに対する前記軸方向分割シースの管状の遠位部分の直線速度に一致させるように構成されたクラッチ機構をさらに具える、請求項 79 に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 81】

前記クラッチ機構が、前記アイドルプーリと前記駆動ベルトとの間の摩擦クラッチを含む、請求項 80 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 82】

前記アイドルプーリが、前記巻き取りリールが前記軸方向分割シースの扁平の近位部分を展開するときに前記アイドルプーリがフリースピンするように、ラチェット式である、請求項 78 に記載の血管内管理および追跡システム。

50

【請求項 8 3】

前記巻き取りバイアス機構が、前記軸方向分割シースが間に摩擦的に配置されるピンチローラをさらに具え、前記軸方向分割シースが巻き取られる際に前記ピンチローラが回転し、前記駆動プーリが前記ピンチローラの 1 つに取り付けられており、前記駆動プーリが前記 1 つのピンチローラと一体となって回転する、請求項 7 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 8 4】

前記巻き取りバイアス機構が、前記軸方向分割シースの扁平の近位部分に一定の張力を加えるために前記巻き取りリールに取り付けられた引張りばねを具える、請求項 7 7 に記載の血管内管理および追跡システム。

10

【請求項 8 5】

前記巻き取りバイアス機構が、前記軸方向分割シースの扁平の近位部分に一定の張力を加えるために前記巻き取りリールに機械的に結合されたモータを具える、請求項 7 7 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 8 6】

前記少なくとも 1 つの細長い医療器具の各々が、ガイドシース、作業カテーテル、およびガイドワイヤのうちの 1 つである、請求項 6 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 8 7】

前記駆動システムは、前記少なくとも 1 つの可撓性の細長い医療器具の各々をその長手方向軸を中心に回転させるように構成されている、請求項 6 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 8 8】

トラックをさらに具え、前記駆動システムが、前記トラックに機械的に結合されるように構成された少なくとも 1 つのシャトルを具え、当該少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記少なくとも 1 つの細長い医療器具のそれぞれの 1 つが取り付けられるように構成されたスレッドと、当該スレッドに担持され、前記トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構と、前記スレッドに担持され、前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された第 1 のアクチュエータとを具え、前記少なくとも 1 つの座屈防止機構のうちのそれぞれが、前記スレッドに担持され、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応じて前記それぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成されている、請求項 6 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 8 9】

前記トラックが可撓性である、請求項 8 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 9 0】

前記少なくとも 1 つのシャトルが複数のシャトルからなり、前記少なくとも 1 つの座屈防止機構が複数の座屈防止機構からなり、前記少なくとも 1 つの細長い医療器具が複数の細長い医療器具からなる、請求項 8 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 9 1】

前記シャトルのうちの後続の 1 つがそれぞれ、前記シャトルのうちの先行する 1 つに取り付けられた前記少なくとも 1 つの細長い医療器具のそれぞれの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた少なくとも 1 つの細長い医療器具のそれぞれの 1 つの中に同軸に配置されるようになっている、請求項 9 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 9 2】

前記複数のシャトルのうちの 1 つがマスタシャトルであり、前記複数のシャトルのうちの別の 1 つがスレーブシャトルであり、前記血管内管理および追跡システムは、前記マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に応答して、前記スレーブシャトルの軸方向駆動機構

50

を作動させるように構成されたコントローラをさらに含み、前記スレーブシャトルは、前記トラックに沿った前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記トラックに沿って軸方向に並進するようになっている、請求項 90 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 93】

前記コントローラが電氣的コントローラである、請求項 92 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 94】

前記コントローラが機械的コントローラである、請求項 92 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 95】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、各シャトルに取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに具える、請求項 88 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 96】

前記オンボード流体管理制御アセンブリが回転止血弁（RHV）を含む、請求項 95 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 97】

前記 RHV がそれぞれのシャトルから取り外されるように構成されている、請求項 96 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 98】

前記駆動アセンブリがさらに、前記スレッドに担持され、前記それぞれの細長い医療器具をそれぞれのスレッドに対してその長手方向軸を中心に回転させるように作動されるように構成された回転駆動機構と、前記スレッドに担持され、前記回転駆動機構を作動させるように構成された第 2 のアクチュエータとを具える、請求項 88 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 99】

前記軸方向駆動機構を前記トラックに交互に係合および係合解除するように手動で操作されるように構成されたロック機構をさらに具える、請求項 88 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 100】

前記少なくとも 1 つの前記座屈防止機構の各々の遠位端は、ある位置に取り付けられるように構成されており、各座屈防止機構が、それぞれのシャトルが前記位置から離れるように軸方向に並進させられると長くなり、それぞれのシャトルが前記位置に向かって軸方向に並進させられると短くなるように構成されている、請求項 88 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 101】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構の 1 つの遠位端が取り付けられる位置が、患者に対して固定された位置である、請求項 100 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 102】

前記少なくとも 1 つのシャトルが複数のシャトルからなり、前記少なくとも 1 つの細長い医療器具が複数の細長い医療器具からなり、前記シャトルのうちの先行する 1 つに前記座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置は、前記シャトルのうちの後続の 1 つである、請求項 100 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 103】

前記少なくとも 1 つの座屈防止機構のうちの 1 以上が前記駆動システムを含む、請求項 100 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 104】

前記駆動システムが手動で作動される、請求項 69 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 105】

10

20

30

40

50

前記駆動システムがモータ作動式である、請求項 6 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 0 6】

ロボット血管内システムであって、
請求項 1 0 5 に記載の血管内管理および追跡システムと、
ユーザからの手動コマンドを受け取り制御信号を前記駆動システムに送信するように構成されたマスタ入力装置とを含む、ロボット血管内システム。

【請求項 1 0 7】

前記少なくとも 1 つのシャトルの各々が、前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを具える、請求項 1 0 6 に記載のロボット血管内システム。

10

【請求項 1 0 8】

血管内管理および追跡システムであって、
トラックと、

第 1 の細長い医療器具を取り付けることができるスレーブシャトルであって、前記トラックに機械的に結合されるように構成されている、スレーブシャトルと、

第 2 の細長い医療器具を取り付けることができるマスタシャトルであって、前記トラックに機械的に結合されるように構成されている、マスタシャトルと、

前記トラックに沿って前記スレーブシャトルを軸方向並進させるように作動されるように構成されている第 1 の軸方向駆動機構と、

前記トラックに沿った手動による前記マスタシャトルの軸方向並進に応答して、前記トラックに沿った前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記スレーブシャトルが前記トラックに沿って軸方向並進するように、前記第 1 の軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラとを具えることを特徴とする血管内管理および追跡システム。

20

【請求項 1 0 9】

前記コントローラが電氣的コントローラである、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 0】

さらに、前記トラックに対する前記マスタシャトルの位置を示すエンコーダと、

当該エンコーダを読み取り、前記トラックに対するマスタシャトルの位置を示す電気信号を出力するように構成された 1 または複数のセンサとをさらに具え、

前記電氣的コントローラが、前記電気信号に基づいて前記第 1 の軸方向駆動機構を制御するように構成されている、請求項 1 0 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

30

【請求項 1 1 1】

前記エンコーダが前記トラックに沿って配置され、前記 1 以上のセンサが前記マスタシャトル上に配置される、請求項 1 1 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 2】

前記エンコーダが、前記トラックの長さに沿って延びる一連の基準要素を含み、前記 1 以上のセンサが、前記基準要素を読み取るように構成された基準要素リーダを含む、請求項 1 1 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 3】

前記コントローラが機械的コントローラである、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

40

【請求項 1 1 4】

前記スレーブシャトルがさらに、前記トラック上に乗るように構成された第 1 のスレッドを具え、前記第 1 の軸方向駆動機構が、前記第 1 のスレッドに担持され、前記トラックに沿って前記スレーブシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成されており、

前記マスタシャトルが、前記トラック上に乗るように構成された第 2 のスレッドと、当該第 2 のスレッドに担持され、前記トラックに沿って前記マスタシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された第 2 の軸方向駆動機構とを具え、

50

前記機械的コントローラが、前記第 1 および第 2 の軸方向駆動機構の間に機械的に結合された制御シャフトを含む、請求項 1 1 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 5】

前記マスタシャトルが、前記第 2 のスレッドに担持され、前記第 2 の軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータをさらに具える、請求項 1 1 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 6】

前記スレーブシャトルが、前記第 1 のスレッドに担持され、前記第 1 の軸方向駆動機構を作動させるように構成された別の手動アクチュエータをさらに具える、請求項 1 1 5 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 7】

前記制御シャフトは、前記第 1 および第 2 の軸方向駆動機構の間に着脱可能に機械的に結合されるように構成されている、請求項 1 1 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 8】

前記制御シャフトは、前記第 1 および第 2 の軸方向駆動機構の間に機械的に結合されるように構成されており、前記制御シャフトと、前記スレーブシャトルおよび前記マスタシャトルのうちの一方とが一体に軸方向に並進されるように構成され、一方、前記制御シャフトと、前記スレーブシャトルおよび前記マスタシャトルのうちの他方とが互いに相対的に軸方向に並進されるように構成される、請求項 1 1 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 1 9】

前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの一方が前記マスタシャトルであり、前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの他方が前記スレーブシャトルである、請求項 1 1 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 0】

前記制御シャフトは、前記第 2 の軸方向駆動機構の作動に応答してその長手方向軸を中心に回転するように構成され、前記第 1 の軸方向駆動機構は、前記制御シャフトのその長手方向軸を中心とする回転に応答して作動するように構成されている、請求項 1 1 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 1】

前記第 1 の軸方向駆動機構が第 1 のウォームドライブを含み、前記第 2 の軸方向駆動機構が第 2 のウォームドライブを含み、前記制御シャフトが前記第 1 および第 2 のウォームドライブの間に作動可能に結合されている、請求項 1 2 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 2】

前記第 1 のウォームドライブが、前記スレーブシャトル内に取り外し可能に配置されている、請求項 1 2 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 3】

前記第 1 のウォームドライブが第 1 のウォームスクリュと第 1 のウォームギアとを含み、前記第 2 のウォームドライブが第 2 のウォームスクリュと第 2 のウォームギアとを含み、前記制御シャフトが前記第 1 および第 2 のウォームスクリュの間に作動可能に結合され、前記第 1 のウォームギアが前記第 1 の手動アクチュエータと前記第 1 のウォームスクリュとの間に動作可能に結合され、前記第 2 のウォームギアが前記第 2 のウォームスクリュと前記トラックとの間に動作可能に結合される、請求項 1 2 1 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 4】

前記マスタシャトルが、前記スレッドに担持され、前記第 2 の軸方向駆動機構を作動させるように構成された回転可能な手動アクチュエータをさらに具え、前記第 2 のウォームギアが、前記回転可能な手動アクチュエータと前記トラックとの間に動作可能に結合され

10

20

30

40

50

る、請求項 1 2 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 5】

前記第 1 および第 2 のウォームスクリュの各々が、前記制御シャフトが通して配置されるように構成されたボアを有し、前記第 1 および第 2 のウォームスクリュのボアと前記制御シャフトの外周とがキー止めされる、請求項 1 2 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 6】

前記第 1 および第 2 のウォームスクリュが異なるピッチを有する、請求項 1 2 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 7】

前記第 1 および第 2 のウォームスクリュが反対のピッチを有する、請求項 1 2 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 8】

前記スレーブシャトルが、前記スレーブシャトルに対してその長手方向軸を中心に前記第 1 の細長い医療器具を回転させるように作動するように構成された第 1 の回転駆動機構を含み、

前記マスタシャトルが、前記マスタシャトルに対してその長手方向軸を中心に前記第 2 の細長い医療器具を回転させるように作動するように構成された第 2 の回転駆動機構を含む、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 2 9】

前記スレーブシャトルは、軸方向並進比にしたがって、前記トラックに沿って前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記トラックに沿って軸方向に並進される、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 0】

前記軸方向並進比が負の軸方向並進比である、請求項 1 2 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 1】

前記第 1 および第 2 の細長い医療器具の一方がステント展開カテーテルであり、前記第 1 および第 2 の細長い医療器具の他方が、前記ステント展開カテーテル内に配置され前記ステント展開カテーテル内のステントに取り付けられたプッシャ部材である、請求項 1 3 0 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 2】

前記軸方向並進比が正の軸方向並進比である、請求項 1 2 9 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 3】

前記軸方向移行比が 1 である、請求項 1 3 2 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 4】

前記スレーブシャトルは、前記マスタシャトルから所定の距離で、前記トラックに沿って前記マスタシャトルの軸方向並進と同期して前記トラックに沿って軸方向並進される、請求項 1 3 3 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 5】

前記スレーブシャトルは、前記スレーブシャトルが前記マスタシャトルから所定の距離になるまで、前記マスタシャトルが前記トラックに沿って軸方向に並進するのに合わせて、前記トラックに沿って軸方向に並進しない、請求項 1 3 4 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 6】

前記第 1 の細長い医療器具がカテーテルであり、前記第 2 の細長い医療器具がガイドワイヤである、請求項 1 3 5 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 7】

前記第 1 の細長い医療器具がステントリバーであり、前記第 2 の細長い医療器具がカテ

10

20

30

40

50

ーテルである、請求項 1 3 5 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 8】

前記マスタシャトルが、前記トラック上を走行するように構成されたスレッドをさらに具え、前記第 1 の軸方向駆動機構および前記手動アクチュエータが前記スレッドに担持される、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 3 9】

前記トラックが可撓性である、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 4 0】

前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの各々は、前記トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように構成されている、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 4 1】

前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの一方が後続シャトルであり、前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの他方が先行シャトルであり、前記マスタシャトルは、先行シャトルに取り付けられた前記第 1 および第 2 の細長い医療器具のそれぞれの一方の遠位端を受容するように構成され、前記先行シャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、前記後続シャトルに取り付けられた第 1 および第 2 の細長い医療器具のそれぞれの一方内に同軸配置されるように構成される、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 4 2】

前記第 1 および第 2 の細長い医療器具の各々が可撓性であり、前記マスタシャトルおよび前記スレーブシャトルの少なくとも一方が、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに具える、請求項 1 0 8 に記載の血管内管理および追跡システム。

【請求項 1 4 3】

同軸血管内アセンブリの複数の細長い医療器具を互いに相対的に軸方向に並進させ、かつロボット的に回転移動させるように構成されたロボット血管内管理および追跡システムと共に使用するための制御ステーションであって、該制御ステーションは、

長手方向軸に沿って手動で軸方向に並進され、かつ前記長手方向軸を中心として手動で回転移動されるように構成された制御要素のリニアアレイを含むマスタ入力装置と、

前記長手方向軸に沿った前記制御要素のリニアアレイの各々の手動による軸線方向の並進に応答して前記細長い医療器具の各々を軸方向に並進させ、前記長手方向軸を中心とした前記制御要素のリニアアレイの各々の手動による回転移動に応答して前記細長い医療器具の各々を回転移動させるように前記ロボット血管内管理および追跡システムに命令することにより、前記制御要素のリニアアレイの各々を前記細長い医療器具に動作可能に連結するように構成された少なくとも 1 つのプロセッサとを具えることを特徴とする制御ステーション。

【請求項 1 4 4】

前記制御要素はそれぞれ円筒形である、請求項 1 4 3 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 4 5】

前記円筒形の制御要素が異なる直径を有する、請求項 1 4 3 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 4 6】

患者の血管系内で前進したときに前記細長い医療器具の各々に加えられる力を検出するように構成された少なくとも 1 つのカフィードバックセンサと、

オペレータが前記制御要素の各々を手動で軸方向に並進させ、手動で回転移動させたときに触覚フィードバックを前記オペレータの手に伝達するように構成された触覚インターフェースとをさらに具える、請求項 1 4 3 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 4 7】

前記触覚インターフェースは、前記マスタ入力装置を介して前記オペレータの手に触覚

10

20

30

40

50

フィードバックを伝達するように構成される、請求項 1 4 6 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 4 8】

前記触覚インターフェースが 1 以上の触覚フィードバックグローブを含む請求項 1 4 6 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 4 9】

前記触覚インターフェースは、1 つまたは複数の超音波パッドを具える、請求項 1 4 6 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 0】

前記マスタ入力装置はレールを具え、前記制御要素は前記レール上に軸方向および回転方向に摺動可能に配置された物理的制御要素である、請求項 1 4 3 に記載の制御ステーション。

10

【請求項 1 5 1】

さらに、センサアセンブリであって、前記長手方向軸に沿った前記制御要素の各々の手動の軸方向並進を検出し、前記長手方向軸を中心とした前記制御要素の各々の手動の回転移動を検出し、前記長手方向軸に沿った前記制御要素の各々の検出された軸方向移動を示す信号と、前記制御要素のそれぞれの前記長手方向軸に沿った検出された軸方向並進を示す信号と、前記制御要素のそれぞれの前記長手方向軸に沿った検出された回転移動を示す信号とを出力するように構成されたセンサアセンブリを具え、前記少なくとも 1 つのプロセッサが、前記センサアセンブリによって出力された制御信号に応答して、前記細長い医療器具の各々を軸方向並進させかつ回転移動させるように前記ロボット血管内管理および追跡システムに命令するように構成される、請求項 1 5 0 に記載の制御ステーション。

20

【請求項 1 5 2】

前記センサアセンブリが受動部品と少なくとも 1 つの能動部品とを含み、前記受動部品が前記制御要素に取り付けられ、前記少なくとも 1 つの能動部品が前記制御要素から外れた配置される、請求項 1 5 1 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 3】

前記少なくとも 1 つの能動部品は、前記受動部品に隣接してそれぞれ前記レール内に取り付けられた複数の能動部品を含む、請求項 1 5 2 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 4】

請求項 1 5 2 に記載の制御ステーションにおいて、前記受動部品は、前記制御要素のそれぞれの外周に取り付けられた基準要素を含むことを特徴とする制御ステーション。

30

【請求項 1 5 5】

前記受動部品は、前記制御要素にそれぞれ取り付けられた複数の受動電磁トランスポンダを含み、前記少なくとも 1 つの能動部品は電磁トランシーバを含む、請求項 1 5 2 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 6】

前記少なくとも 1 つの能動部品を包含するセンサボックスをさらに含み、前記受動部品が、前記制御要素上に片持ち支持された複数の機械的アームを含み、前記機械的アームの自由端が、前記センサボックス内の前記少なくとも 1 つの能動部品と動作可能に相互作用するように構成されている、請求項 1 5 2 に記載の制御ステーション。

40

【請求項 1 5 7】

前記制御要素上をそれぞれ所定の位置にスライドさせるように構成された複数の使い捨ての滅菌制御要素カバーをさらに含む、請求項 1 5 0 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 8】

前記滅菌制御要素カバーが、隣接する制御要素間を汚染流体が移動しないように、隣接する制御要素間にスライド式流体シールが形成されるように、互いに重なり合うように構成される、請求項 1 5 7 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 5 9】

前記制御要素は仮想の制御要素である、請求項 1 4 3 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 0】

50

請求項 1 5 9 に記載の制御ステーションにおいて、前記マスタ入力装置は、前記仮想制御要素の対話型 3 D 表現を表示するように構成された三次元（3 D）タッチスクリーンを具えることを特徴とする制御ステーション。

【請求項 1 6 1】

前記 3 D タッチスクリーンは円弧状の断面を有し、前記仮想制御要素は円弧状である、請求項 1 6 0 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 2】

前記 3 D タッチスクリーンは円筒形であり、前記仮想制御要素は円筒形である、請求項 1 6 0 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 3】

前記仮想制御要素を三次元（3 D）環境で表示するように構成されたヘッドマウント拡張現実（X R）システムをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 4】

前記仮想制御要素を表示するように構成された二次元（2 D）表示スクリーンをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 5】

前記仮想制御要素を三次元（3 D）環境に投影するように構成されたホログラフィックマシンをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 6】

前記仮想制御要素と仮想的に相互作用しながらオペレータによって行われたハンドジェスチャをキャプチャするように構成されたジェスチャ監視システムをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の制御ステーション。

【請求項 1 6 7】

請求項 1 4 3 の制御ステーションと、

請求項 1 4 3 のロボット血管内管理および追跡システムとを含むことを特徴とするロボット血管内システム。

【請求項 1 6 8】

前記ロボット血管内管理および追跡システムが、
トラックと、

複数の細長い医療器具がそれぞれ取り付けられ得る複数のシャトルとを具え、少なくとも 1 つのシャトルの各々は、前記トラックに機械的に結合されるように構成され、前記トラック上に乗るように構成されたスレッドと、当該スレッドに担持され、前記トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構と、前記スレッドに担持され、前記軸方向駆動機構を作動させるように構成された第 1 の軸方向モータと、前記スレッドに担持され、前記細長い医療器具をそれぞれその長手方向軸を中心に回転させるように作動させるように構成された回転駆動機構と、前記スレッドに担持され、前記回転駆動機構を作動させるように構成された第 2 のモータとを具える、請求項 1 6 7 に記載のロボット血管内システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は一般に血管内カテーテルおよび血管内処置に関し、より具体的には同軸血管内アセンブリを管理および制御する技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

血管内医療器具の使用は、多くの種類の血管疾患の診断および／または治療のための効果的な方法となっている。一般に、適切な血管内デバイスが患者の血管系に挿入され、血管系を通して所望の標的部位まで誘導される。この方法を用いて、冠動脈、脳血管、末梢血管など、患者の血管系のほぼすべての標的部位にアクセスすることができる。

【0 0 0 3】

従来の血管内治療では、ガイドシースがイントロデューサを介して患者の大腿動脈に挿入され、血管内標的部位の近傍に配置される。その後、ガイドワイヤがガイドシースに挿入され、患者の動脈系を通してガイドワイヤが血管内標的部位に到達するまで操作される。その後、ガイドワイヤに沿って作業カテーテルを移動させ、作業カテーテルの遠位端が血管内標的部位の近傍に位置するようにする。その後、血管内標的部位で診断および／または介入処置を行うために、作業カテーテルを操作することができる。カテーテルやガイドワイヤの操作には、通常、患者の曲がりくねった血管系を容易に通過させるために、これらの器具を手動で前進させたり回転させたりする必要がある。回転止血弁（RHV）は通常、流体マニホールドと各カテーテルとの間に使用され、カテーテルに流体を供給し、カテーテル操作中のカテーテルの回転を可能にすると同時に、カテーテルを介した血液の逆流を防ぐ。

10

【0004】

このような血管内処置を確実かつ正確に行うことは、非常に面倒な作業であり、かなりの時間と熟練を要し、外科医に高度の疲労をもたらす可能性がある。このような血管内手術は、通常、外科医が患者の解剖学的構造に対するカテーテルやガイドワイヤの配置を視覚化できるように透視下で行われるため、外科医が多くのカテーテル手術を行う場合、長期にわたってかなりの放射線照射を受けることになる。

【0005】

血管内デバイスの正確で堅牢な制御を容易にし、外科医への放射線照射リスクを低減するために、血管内デバイス进行操作する（例えば、血管内デバイス同士を相互に追跡する）ための数多くのロボット血管内システムが提案され、一部は臨床現場で実施されている。一般に、このようなロボット血管内システムは、（機械的な代理として）マスタ入力装置に（例えば、ジョイスティックや手術医が操作する他のコントローラを介して）入力コマンドの形で指示入力を行い、このようなロボット血管内システムのスレーブ装置のための動作命令にこれらの指示入力を変換して、血管内デバイス进行操作する。ロボット血管内システムのための完全自動化されたアルゴリズムおよび／または拡張動作がいくつか提案されており、例えば、ガイドワイヤ・ドッターの追加、血管内デバイスの捻りや引き込み、あるいは複数の血管内デバイスの同時移動（例えば、ステントを展開するためのカテーテルとデリバリーワイヤの移動）などがある。

20

【0006】

ロボット血管内システムの出現により、カテーテル、ガイドワイヤ、回転止血弁、流体マニホールドなど、テーブル上のすべての機器が必然的にロボットシステムのコンポーネントによって整理され、あるいは組み込まれるため、作業領域ははるかに合理的かつ効率的になった。しかしながら、公知のロボット血管内システムは、手術台の上に延びて血管内デバイス进行操作するアームを使用する。公知のロボットシステムは大型で、操作が不器用で、製造コストが比較的高い。さらに、手術部位にロボットが存在することは、特にロボットが大きい場合に問題があり、手術中に患者へのアクセスを妨げる可能性がある。

30

【0007】

さらに、可撓性のカテーテルを前進させる際にカテーテルが脱落するのを防ぐため、現在のロボットシステムでは摩擦ローラによる前進やその他の駆動システムを使用する傾向があるが、この場合、かなりの長さのカテーテルをアクセスに使用できなくする必要がある。カテーテルのスタックアップの問題を引き起こす可能性がある。現在のほとんどのカテーテルは、可変型ロボット血管内システムをフルに活用するために、使用できない長さ（すなわち、1本のRHVの長さ）が最小限となるように設計されているため、カスタム長さのカテーテルが必要になったり、現在のカテーテルロボットシステムとの長さの互換性の問題から特定の血管内処置が除外されたりすることがある。

40

【0008】

また、すべての血管内治療が、完全な遠隔操作（すなわち、マスタ入力装置への入力コマンドを遠隔提供すること）で行われるのが最善ではない。多くの状況では、血管内デバイスの手動操作が必要であるか、あるいは非常に望ましい。しかし、既知のロボットシス

50

テムは、血管内デバイスを搭載した状態では、望んだ場合や緊急時に必要な手動操作（血管内デバイスを直接手で操作すること）に容易にアクセスできず、さまざまなカテーテルワークフローに動的に適応することが容易ではない。他の状況において、血管内処置中に血管内デバイスの一部を手動で操作することが必要となるか非常に好ましいが、同じ血管内処置中において血管内デバイスの他の部分は自動操作される必要があるか非常に好ましいという場合がある。しかしながら、既知のロボットシステムは、このような手動／自動のハイブリッドモードで動作することはできない。対照的に、純粋な手動システムは、所望の医療処置を行うために、しばしば2人の人間（例えば、医師と訓練された助手）が異なる血管内デバイスを同期して手動操作する必要がある。

【0009】

したがって、様々な病院環境およびカテーテルワークフローに合わせて簡単にセットアップおよびカスタマイズでき、カテーテルの脱落を防止し、比較的安価で、標準化された長さのカテーテルで使用でき、ロボット操作から手動操作に容易に変更でき、および／または手動／自動のハイブリッドモードで操作できる、改良された血管内管理および追跡システムが必要とされている。

【発明の概要】

【0010】

本発明の第1の態様によれば、血管内管理および追跡システムは、トラック（可撓性であってもなくてもよい）と、少なくとも1つの細長い医療器具（例えば、ガイドシース、作業カテーテル、および／またはガイドワイヤ）をそれぞれ取り付けることができる少なくとも1つのシャトルとを具える。各シャトルは、トラックに機械的に結合されるように構成され、トラックに乗るように構成されたスレッドと、当該スレッドに担持され、トラックに沿って各シャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成された軸方向駆動機構と、スレッドに担持され、軸方向駆動機構を作動させるように構成された第1のアクチュエータ（例えば、手動アクチュエータまたはモータ）とを具える。シャトルの各々は、スレッドに担持されそれぞれの細長い医療器具をその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成された回転駆動機構と、スレッドに担持され、回転駆動機構を作動させるように構成された第2のアクチュエータ（例えば、手動アクチュエータ又はモータ）とを任意に含み得る。

【0011】

一実施形態では、血管内管理および追跡システムは、複数の細長い医療器具がそれぞれ取り付けられる複数のシャトルを具える。この実施形態では、複数のシャトルの各々は、トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように、例えば、トラックにねじ込まれるか、トラックに横方向に嵌合されるように構成され得る。この実施形態では、複数のシャトルのうちの後続の1つはそれぞれ、複数のシャトルの先行する1つに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの中に同軸に配置されるようになっている。任意の一実施形態では、複数のシャトルの1つをマスタシャトルとし、複数のシャトルのうちの別の1つをスレーブシャトルとすることができる。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に応答してスレーブシャトルの軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラ（例えば、電気的コントローラまたは機械的コントローラ）をさらに含み、スレーブシャトルがトラックに沿ってマスタシャトルの軸方向移動と同期してトラックに沿って軸方向に移動する。

【0012】

別の実施形態では、シャトルのそれぞれは、スレッドに担持され、それぞれのシャトルに取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに含む。この実施形態では、オンボード流体管理制御アセンブリはそれぞれのシャトルから取り外せるように構成された回転止血弁（RHV）を含み得る。

【0013】

さらに別の実施形態では、血管内管理および追跡システムは、スレッドに担持され、手で操作されて軸方向駆動機構をトラックに交互に係合および係合解除するように構成されたロック機構をさらに含んでいる。

さらに別の実施形態では、細長い医療器具のそれぞれは可撓性であり、1つまたは複数のシャトルのそれぞれは、それぞれの細長い医療器具に加わる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに含む。座屈防止機構の各々は、それぞれの細長い医療器具が摺動可能に配置されるように構成された管状部材を含み得る。このような管状部材は、管状部材の長さに沿って延びるスリットを有し得る。この実施形態では、座屈防止機構のそれぞれの遠位端は、所定位置に固定されるように構成されており、座屈防止機構のそれぞれは、それぞれのシャトルがその位置から離れる方向に軸方向移動すると長くなり、それぞれのシャトルがその位置に向かう方向に軸方向移動すると短くなるように構成されている。座屈防止機構の1つの遠位端が固定される位置は、患者に対して固定された位置であり得る。血管内管理および追跡システムが複数のシャトルを含む場合、複数のシャトルのうちの先行する1つのシャトルの座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置は、複数のシャトルのうちの後続の1つであり得る。一実施形態では、座屈防止機構は軸方向駆動機構を含む。

10

【0014】

ロボット血管内システムは、前述の血管内管理および追跡システムと、ユーザからの手動コマンドを受信し各シャトルのモータに制御信号を送信するように構成されたマスタ入力装置とを含み得る。ロボット血管内システムにおいて、シャトルの各々は、軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを任意に含み得る。

20

【0015】

本発明の第2の態様によれば、血管内管理および追跡システムは、可撓性のトラックと、少なくとも1つの細長い医療器具（例えば、ガイドシース、作業カテーテル、および／またはガイドワイヤ）をそれぞれ取り付けることができる少なくとも1つのシャトルとを具える。一実施形態では、可撓性トラックは、上から下への可撓性と、当該上から下への可撓性よりも小さい横から横への可撓性とを有し得る。任意の実施形態では、可撓性トラックは、互いに取り外し可能に取り付けられるように構成された複数の可撓性トラックセグメントを含む。各シャトルは、トラックに機械的に結合されるように構成されている。一実施形態では、可撓性トラックはシャトルが乗るオープンモノレールである。

30

【0016】

血管内管理および追跡システムは、可撓性トラックに沿ってシャトルを軸方向に並進させるように構成された駆動アセンブリ（例えば、手動作動またはモータ作動）をさらに含む。一実施形態では、可撓性トラックは、病室環境（例えば、テーブル、ドレープ、および患者のうちの1つ以上）に対してユーザによって輪郭付けられるように構成されている。血管内管理および追跡システムは、可撓性トラックの遠位端を患者に固定するように構成された締結具をさらに含み得る。一実施形態では、駆動アセンブリは、少なくとも1つの軸方向駆動機構と少なくとも1つの第1のアクチュエータとを含む。シャトルはそれぞれ、軸方向駆動機構と少なくとも1つの第1のアクチュエータを含む。軸方向駆動機構の各々は、可撓性トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成することができ、第1のアクチュエータの各々は、それぞれの軸方向駆動機構を作動させるように構成することができ、この実施形態では、駆動アセンブリは、少なくとも1つの回転駆動機構と少なくとも1つの第2のアクチュエータをさらに含み得る。シャトルはそれぞれ、回転駆動機構と少なくとも1つの第2アクチュエータを含む。回転駆動機構のそれぞれは、それぞれの細長い医療器具をそれぞれのシャトルに対してその長手方向軸を中心に回転させるように作動されるように構成することができ、第2のアクチュエータのそれぞれは、それぞれの回転駆動機構を作動させるように構成することができ、この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、軸方向駆動機構を可撓性トラックに交互に係合および係合解除するために手で操作されるように構成されたロック

40

50

機構をさらに含み得る。

【0017】

一実施形態では、血管内管理および追跡システムは、複数のトラック支持アームをさらに具える。複数のトラック支持アームのそれぞれは、処置台に固定されるように構成された一端と、トラックが処置台の上方に吊り下げられるように、トラックに固定されるように構成された他端とを有する。この実施形態において、複数のトラック支持アームの各々は、処置台に対するそれぞれのアームの他端の高さを選択するために、処置台に対して調節されるように構成され得る。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、複数のトラック支持アームの他端に取り付けられた複数の脚をさらに含むことができ、可撓性トラックは複数の脚の上に取り付けられるように構成することができる。複数の脚の各々は、処置台に対するそれぞれの脚の高さを選択するために、トラック支持アームに対して調節されるように構成され得る。可撓性トラックは、可撓性トラックの長さに沿ったチャンネルを具えることができ、複数の脚の各々は、可撓性トラックのチャンネルに着脱自在に取り付けられるように構成されたクリートを含むことができる。

10

【0018】

別の実施形態では、可撓性トラックは、ドレープ上に安定的に載置されるように構成されたトラックラックと、トラックレールがドレープの上方に上昇するように、トラックラックに取り付けられたトラックレールとを具える。シャトルはトラックレールに機械的に結合されるように構成されている。この実施形態では、トラックラックは、ドレープ上に安定的に載置されるように構成された細長いベースと、細長いベースの上に取り付けられ、トラックレールが固定される1以上の台座とを具え得る。細長いベースは、一対の細長いフレーム部材と、一対の細長いフレーム部材を互いに固定する一連のクロスバーとを有する矩形フレームの形態であり得る。

20

【0019】

さらに別の実施形態では、血管内管理および追跡システムは、複数の細長い医療器具がそれぞれ取り付けられる複数のシャトルを具える。この実施形態では、複数のシャトルの各々は、可撓性トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように、例えば、可撓性トラックにねじ込まれるか、可撓性トラックに横方向に嵌合されるように構成され得る。この実施形態では、複数のシャトルのうちの後続の1つはそれぞれ、複数のシャトルの先行する1つに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの中に同軸に配置されるようになっている。任意の一実施形態では、複数のシャトルの1つをマスタシャトルとし、複数のシャトルのうちの別の1つをスレーブシャトルとすることができる。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に応答してスレーブシャトルの軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラ（例えば、電氣的コントローラまたは機械的コントローラ）をさらに含み、スレーブシャトルが可撓性トラックに沿ってマスタシャトルの軸方向移動と同期して可撓性トラックに沿って軸方向に移動する。

30

【0020】

さらに別の実施形態では、シャトルのそれぞれは、スレッドに担持され、それぞれのシャトルに取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに含む。この実施形態では、オンボード流体管理制御アセンブリは、それぞれのシャトルから取り外せるように構成された回転止血弁（RHV）を含み得る。

40

【0021】

さらに別の実施形態では、細長い医療器具のそれぞれは可撓性であり、1つまたは複数のシャトルのそれぞれは、それぞれの細長い医療器具に加わる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに含む。座屈防止機構の各々は、それぞれの細長い医療器具が摺動可能に配置されるように

50

構成された管状部材を含み得る。このような管状部材は、管状部材の長さに沿って延びるスリットを有し得る。この実施形態では、座屈防止機構のそれぞれの遠位端は、所定位置に固定されるように構成され、座屈防止機構のそれぞれは、それぞれのシャトルがその位置から離れる方向に軸方向移動すると長くなり、それぞれのシャトルがその位置に向かう方向に軸方向移動すると短くなるように構成され得る。座屈防止機構の1つの遠位端が固定される位置は、患者に対して固定された位置であり得る。血管内管理および追跡システムが複数のシャトルを含む場合、複数のシャトルのうちの先行する1つのシャトルの座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置は、複数のシャトルのうちの後続の1つであり得る。一実施形態では、座屈防止機構はドライバアセンブリを具える。

【0022】

10

ロボット血管内システムは、前述の血管内管理および追跡システムと、ユーザからの手動コマンドを受信し各シャトルのモータに制御信号を送信するように構成されたマスタ入力装置とを含み得る。ロボット血管内システムにおいて、シャトルの各々は、軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを任意に含み得る。

【0023】

本発明の第3の態様によれば、血管内管理および追跡システムは、少なくとも1つの可撓性の細長い医療器具（例えば、ガイドシース、作業カテーテル、および／またはガイドワイヤ）を軸方向に並進させ、任意に可撓性の細長い医療器具の各々をその長手方向軸を中心に回転させるように構成されたドライバシステム（例えば、手動作動式またはモータ作動式）を具える。血管内管理および追跡システムは、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答して、それぞれの細長い医療器具の1つが脱出するのを防止するように構成された少なくとも1つの座屈防止機構をさらに具える。座屈防止機構の各々は、それぞれの細長い医療器具の軸方向移動に応答して、交互に巻かれたり広げられたりする（furlled and unfurlled）ように構成された軸方向分割シースを具える。軸方向分割シースは、巻かれたときに平坦な状態をとるように構成された扁平の近位部分と、広げられたときに管状状態をとるように構成された管状の遠位部分と、当該管状遠位部分においてその中にそれぞれの細長い医療器具をスライド可能に受容するように構成されたルーメンとを有する。

20

【0024】

一実施形態では、軸方向分割シースは、軸方向分割シースの扁平の近位部分が外力に応答してのみ平坦な状態をとるように、管状の形状をとるように予め形成されている。別の実施形態では、軸方向分割シースは、軸方向分割シースの扁平の近位部分が外力のない状態で平坦な状態のままであり、軸方向分割シースの管状の遠位部分が外力のない状態で管状の状態のままであるような、双安定構造を有している。

30

【0025】

さらに別の実施形態では、血管内管理および追跡システムは、扁平化機構であって、軸方向分割シースの扁平の近位部分が扁平化機構から近位側に延びるように、軸方向分割シースを管状状態から扁平状態に移行させるように構成された扁平化機構をさらに具える。一例として、扁平化機構は、軸方向分割シースが間に配置されるピンチローラを具え得る。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、軸方向分割シースを扁平状態から管状状態に移行させるように構成されたチューブ形成機構をさらに具え得る。チューブ形成機構は、軸方向に分割された管状の遠位部分がチューブ形成機構から遠位に延びるように、扁平化機構の遠位に配置され得る。チューブ形成機構は、軸方向分割シースが当接する円弧状の当接面を含み得る。

40

【0026】

さらに別の実施形態では、座屈防止機構の各々は、ハウジング内に配置された巻き取りリールをさらに具える。巻き取りリールは、巻き上げ時に軸方向分割シースの扁平の近位部分を交互に巻き取り、巻き戻し時に軸方向分割シースの扁平の近位部分を展開するように構成されている。座屈防止機構の各々は、巻き上げ時に軸方向分割シースの扁平の近位部分を巻き取るように巻き取りリールにバイアスをかけるように構成された巻き取りバイ

50

アス機構をさらに含み得る。一実施例では、巻き取りバイアス機構は、軸方向分割シースの扁平の近位部分に一定の張力を加えるために巻き取りリールに取り付けられた引張りばねを具え得る。別の実施例では、巻き取りバイアス機構は、軸方向分割シースの扁平の近位部分に一定の張力を加えるために、巻き取りリールに機械的に結合されたモータを具え得る。

【0027】

別の実施例では、巻き取りバイアス機構は、巻き取りリールがアイドルプーリと一体となって回転するように、巻き取りリールに取り付けられたアイドルプーリと、軸方向分割シースの扁平の近位部分の巻き上げ時に回転するように構成された駆動プーリと、駆動プーリの回転に応答してアイドルプーリが回転するように、アイドルプーリを駆動プーリに結合する駆動ベルトとを具え得る。アイドルプーリの直径は、駆動プーリの直径よりも小さくあり得る。アイドルプーリは、任意にラチェット式であって、巻き取りリールが軸方向分割シースの扁平の近位部分を広げるときにアイドルプーリがフリースピンするようになっていてもよい。この実施例では、巻き取りバイアス機構は、巻き取りリールに巻き付けられた軸方向分割シースの扁平の近位部分の直線速度を、ハウジングに対する軸方向分割シースの管状の遠位部分の直線速度に一致させるように構成されたクラッチ機構（例えば、アイドルプーリと駆動ベルトとの間の摩擦クラッチ）をさらに含んでもよい。この実施例では、巻き取りバイアス機構は、軸方向分割シースが巻き上げられるときにピンチローラが回転するように、軸方向分割シースが間に摩擦的に配置されるピンチローラをさらに含むことができる。この場合、一方のピンチローラにプーリを固定し、駆動プーリが一方のピンチローラと一体回転するようにしてもよい。

【0028】

さらに別の実施形態では、血管内管理および追跡システムはトラック（可撓性であってもなくてもよい）をさらに具え、駆動システムはトラックに機械的に結合されるように構成された少なくとも1つのシャトルを具える。この実施形態では、シャトルの各々は、細長い医療器具のそれぞれの1つが取り付けられるように構成されたスレッドと、スレッドに担持され、トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構と、スレッドに担持され、軸方向駆動機構を作動させるように構成された第1のアクチュエータとを具える。シャトルの各々は、スレッドに担持されそれぞれの細長い医療器具をその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成された回転駆動機構と、スレッドに担持され、回転駆動機構を作動させるように構成された第2のアクチュエータ（例えば、手動アクチュエータ又はモータ）とを任意に含み得る。座屈防止機構のそれぞれは、スレッドに担持され、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応じて、それぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成されている。

【0029】

この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、複数の細長い医療器具がそれぞれ取り付けられる複数のシャトルを具え得る。複数のシャトルの各々は、トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように、例えば、トラックにねじ込まれるか、トラックに横方向に嵌合されるように構成され得る。複数のシャトルのうちの後続の1つはそれぞれ、複数のシャトルの先行する1つに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの遠位端をスライド可能に受容するように構成されており、先行するシャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続のシャトルに取り付けられた複数の細長い医療器具のそれぞれの1つの中に同軸に配置されるようになっている。任意の一実施形態では、複数のシャトルの1つをマスタシャトルとし、複数のシャトルのうちの別の1つをスレーブシャトルとすることができる。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、マスタシャトルの軸方向駆動機構の作動に응答してスレーブシャトルの軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラ（例えば、電氣的コントローラまたは機械的コントローラ）をさらに含み、スレーブシャトルがトラックに沿ってマスタシャトルの軸方向移動と同期してトラックに沿って軸方向に移動する。

【0030】

本実施形態では、シャトルのそれぞれは、スレッドに担持され、それぞれのシャトルに取り付けられた細長い医療器具に流体結合されるように構成されたオンボード流体管理制御アセンブリをさらに含み得る。オンボード流体管理制御アセンブリは、それぞれのシャトルから取り外せるように構成された回転止血弁（RHV）を含み得る。本実施形態では、血管内管理および追跡システムは、スレッドに担持され、手動で操作されて軸方向駆動機構をトラックに交互に係合および係合解除するように構成されたロック機構をさらに含み得る。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、軸方向駆動機構をトラックに交互に係合および係合解除するために手動で操作されるように構成されたロック機構をさらに含み得る。

10

【0031】

この実施形態では、座屈防止機構のそれぞれの遠位端は、所定位置に固定されるように構成され、座屈防止機構のそれぞれは、それぞれのシャトルがその位置から離れる方向に軸方向移動すると長くなり、それぞれのシャトルがその位置に向かう方向に軸方向移動すると短くなるように構成され得る。座屈防止機構の1つの遠位端が固定される位置は、患者に対して固定された位置であり得る。血管内管理および追跡システムが複数のシャトルを含む場合、複数のシャトルのうちの先行する1つのシャトルの座屈防止機構の遠位端が取り付けられる位置は、複数のシャトルのうちの後続の1つであり得る。一実施形態では、座屈防止機構はドライバシステムを具える。

【0032】

ロボット血管内システムは、前述の血管内管理および追跡システムと、ユーザからの手動コマンドを受信し各シャトルのモータに制御信号を送信するように構成されたマスタ入力装置とを含み得る。ロボット血管内システムにおいて、シャトルの各々は、軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータを任意に含み得る。

20

【0033】

本発明の第4の態様によれば、血管内管理および追跡システムは、トラック（可撓性であってもなくてもよい）と、第1の細長い医療器具を取り付けることができるスレーブシャトルと、第2の細長い医療器具を取り付けることができるマスタシャトルとを具える。スレーブシャトルとマスタシャトルは、トラックに機械的に結合されるように構成されている。一実施形態では、マスタシャトルとスレーブシャトルのそれぞれは、トラックに取り外し可能に機械的に結合されるように構成されている。別の実施形態では、マスタシャトルおよびスレーブシャトルの一方は後続のシャトルであり、マスタシャトルおよびスレーブシャトルの他方は先行するシャトルであり、マスタシャトルは、先行シャトルに取り付けられた第1および第2の細長い医療器具のそれぞれの一方の遠位端を受容するように構成され、このとき先行シャトルに取り付けられたそれぞれの細長い医療器具が、後続シャトルに取り付けられた第1および第2の細長い医療器具のそれぞれの一方内に同軸配置されるようになっている。さらに別の実施形態では、第1および第2の細長い医療器具の各々は可撓性であり、この場合、マスタシャトルおよびスレーブシャトルの少なくとも一方の各々は、それぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答してそれぞれの細長い医療器具が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構をさらに具える。

30

【0034】

血管内管理および追跡システムは、トラックに沿ってスレーブシャトルを軸方向に並進させるように操作れるように構成された第1の軸方向駆動機構をさらに具える。一実施形態では、マスタシャトルはトラック上を走行するように構成されたスレッドをさらに具え、第1の軸方向駆動機構と手動アクチュエータはこのスレッドに担持される。血管内管理および追跡システムはさらに、トラックに沿って手動によるマスタシャトルの軸方向移動に応答して第1の軸方向駆動機構を作動させるように構成されたコントローラを具え、ここではトラックに沿ったマスタシャトルの軸方向移動に同期してスレーブシャトルがトラックに沿って軸方向移動する。任意の実施形態では、スレーブシャトルは、スレーブシャトルに対してその長手方向軸を中心に第1の細長い医療器具を回転させるように作動する

40

50

ように構成された第1の回転駆動機構を含むことができ、マスタシャトルは、マスタシャトルに対してその長手方向軸を中心に第2の細長い医療器具を回転させるように操作するように構成された第2の回転駆動機構を含むことができる。

【0035】

一実施形態では、コントローラは電気コントローラである。この実施形態では、血管内管理および追跡システムは、トラックに対するマスタシャトルの位置を示すエンコーダと、当該エンコーダを読み取り、トラックに対するマスタシャトルの位置を示す電気信号を出力するように構成された1つまたは複数のセンサとをさらに含み得る。電気コントローラは、電気信号に基づいて第1の軸方向駆動機構を制御するように構成され得る。エンコーダはトラックに沿って配置することができ、センサはマスタシャトルに配置することができる。この場合、エンコーダは、トラックの長さに沿って延びる一連の基準要素（fiducial elements）を含むことができ、センサは、当該基準要素を読み取るように構成された基準要素リーダを含むことができる。

【0036】

別の実施形態では、コントローラは機械式コントローラである。この実施形態では、スレーブシャトルは、トラック上に乗るように構成された第1のスレッドをさらに含むことができ、マスタシャトルは、トラック上に乗るように構成された第2のスレッドをさらに含むことができる。第1の軸方向駆動機構は、第1のスレッドに担持され、トラックに沿ってスレーブシャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成することができ、第2の軸方向駆動機構は、第2のスレッドに担持され、トラックに沿ってマスタシャトルを軸方向に並進させるように作動するように構成することができる。マスタシャトルは、第2のスレッドに担持され、第2の軸方向駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータをさらに含むことができ、スレーブシャトルは、第1のスレッドに担持され、第1の軸方向駆動機構を作動させるように構成された別の手動アクチュエータをさらに含むことができる。機械的コントローラは、第1および第2の軸方向駆動機構の間に（例えば、着脱可能な態様で）機械的に結合された制御シャフトを具え得る。

【0037】

制御シャフトは、第1および第2の軸方向駆動機構の間に機械的に結合されるように構成されてもよく、この場合、制御シャフトと、スレーブシャトルおよびマスタシャトルのうちの一方とが一体に軸方向に並進されるように構成される一方、制御シャフトと、スレーブシャトルおよびマスタシャトルのうちの他方とが互いに相対的に軸方向に並進されるように構成される。この場合、制御シャフトは、第2の軸方向駆動機構の作動に応答してその長手方向軸を中心に回転するように構成することができ、第1の軸方向駆動機構は、制御シャフトのその長手方向軸を中心とする回転に応答して作動するように構成することができる。第1の軸方向駆動機構は第1のウォームドライブを含むことができ、第2の軸方向駆動機構は第2のウォームドライブを含むことができ、制御シャフトは、第1のウォームドライブと第2のウォームドライブとの間に動作可能に結合され得る。第1のウォームドライブは、スレーブシャトル内に取り外し可能に配置され得る。第1のウォームドライブは、第1のウォームスクリュと第1のウォームギアとを含むことができ、第2のウォームドライブは、第2のウォームスクリュと第2のウォームギアとを含むことができ、制御シャフトは、第1および第2のウォームスクリュの間に動作可能に結合され、第1のウォームギアは、第1の手動アクチュエータと第1のウォームスクリュとの間に動作可能に結合され、第2のウォームギアは、第2のウォームスクリュとトラックとの間に動作可能に結合され得る。また、第1のウォームスクリュと第2のウォームスクリュのそれぞれは、制御シャフトが通して配置されるように構成されたボアを有し、第1のウォームスクリュと第2のウォームスクリュのボアと制御シャフトの外周面はキー止めされてもよい。マスタシャトルは、スレッドに担持され、第2の軸方向駆動機構を作動させるように構成された回転可能な手動アクチュエータをさらに含むことができ、第2のウォームギアは、回転可能な手動アクチュエータとトラックとの間に動作可能に結合することができる。第1のウォームスクリュと第2のウォームスクリュは、異なるピッチおよび／または反対のピ

ッチを有していてもよい。

【0038】

さらに別の実施形態では、スレーブシャトルは、軸方向並進比にしたがって、トラックに沿ってマスタシャトルの軸方向並進と同期してトラックに沿って軸方向に並進される。この軸方向並進比は負の軸方向並進比でも、正の軸方向並進比であってもよい。軸方向並進比が負の軸方向並進比である場合、第1および第2の細長い医療器具の一方はステント展開カテーテルであり、第1および第2の細長い医療器具の他方は、ステント展開カテーテル内に配置されステント展開カテーテル内のステントに取り付けられたプッシャ部材であり得る。軸方向並進比が正の軸方向並進比であり、かつ1 (unity) である場合、スレーブシャトルは、マスタシャトルから所定の距離でトラックに沿ってマスタシャトルの軸方向並進と同期してトラックに沿って軸方向に並進し得る。スレーブシャトルは、スレーブシャトルがマスタシャトルから所定の距離になるまで、マスタシャトルがトラックに沿って軸方向に並進するのに合わせて、トラックに沿って軸方向に並進しなくてもよい。この場合、第1の細長い医療器具はカテーテルで、第2の細長い医療器具はガイドワイヤであってもよいし、第1の細長い医療器具はステントライバで、第2の細長い医療器具はカテーテルであってもよい。

10

【0039】

本発明の第5の態様によれば、同軸血管内アセンブリの複数の細長い医療器具を軸方向に並進させ、ロボット的に回転移動させるように構成されたロボット血管内管理および追跡システムと共に使用するための制御ステーションが提供される。

20

【0040】

制御ステーションは、長手方向軸に沿って手動で軸方向に移動され、長手方向軸を中心に手動で回転方向に移動させられるように構成された制御要素のリニアアレイを含むマスタ入力装置を具える。一実施形態では、各制御要素は円筒形である。別の実施形態では、円筒形の制御要素は異なる直径を有する。制御ステーションはさらに、長手方向軸に沿った制御要素のリニアアレイの各々の手動による軸方向の並進に応答して細長い医療機器の各々を軸方向に並進させ、長手方向軸を中心とした制御要素のリニアアレイの各々の手動による回転移動に応答して細長い医療機器の各々を回転移動させるようにロボット血管内管理および追跡システムに命令することにより、制御要素のリニアアレイの各々を細長い医療機器に作動可能に連結するように構成された少なくとも1つのプロセッサを具える。

30

【0041】

任意の実施形態において、請求項記載の制御ステーションは、患者の血管系内で前進したときに細長い医療器具の各々に加えられる力を検出するように構成された少なくとも1つの力フィードバックセンサと、オペレータが制御要素の各々を手動で軸方向に並進させ、手動で回転移動させたときに触覚フィードバックをオペレータの手に伝達するように構成された触覚インターフェースとをさらに具える。一例では、触覚インターフェースは、マスタ入力装置を介してオペレータの手に触覚フィードバックを伝達するように構成される。別の例では、触覚インターフェースは、1つ以上の触覚フィードバックグローブを含む。さらに別の例では、触覚インターフェースは1つ以上の超音波パッドを含む。

40

【0042】

一実施形態では、マスタ入力装置はレールを具え、制御要素はレール上に軸方向および回転方向に摺動可能に配置された物理制御要素である。

【0043】

物理的制御要素を有する実施形態では、制御ステーションは、長手方向軸に沿った制御要素の各々の手動の軸方向移動を検出したり、長手方向軸を中心とした制御要素の各々の手動の回転移動を検出したり、長手方向軸に沿った制御要素の各々の検出された軸方向移動を示す信号を出力したり、長手方向軸を中心とした制御要素の各々の検出された回転移動を示す信号を出力したりするように構成されたセンサアセンブリをさらに含み得る。プロセッサは、センサアセンブリによって出力された制御信号に応答して、細長い医療器具の各々を軸方向に並進させ、回転方向に並進させるようにロボット血管内管理および追跡

50

システムに命令するように構成され得る。この実施形態では、センサアセンブリは、受動部品と少なくとも1つの能動部品を含むことができ、この場合、受動部品は制御要素に貼り付けられ、能動部品は制御要素から離れて配置することができる。センサアセンブリは、受動部品に隣接してレール内にそれぞれ取り付けられた複数の能動部品を具え得る。一例では、受動部品は、各制御要素の周囲に取り付けられた基準要素を具える。別の例では、受動部品は制御要素にそれぞれ取り付けられた複数の受動電磁トランスポンダを含み、能動部品は電磁トランシーバを含む。さらに別の例では、制御ステーションは、能動部品を含むセンサボックスをさらに具え、受動部品は、制御要素上に片持ち支持された複数の機械的アームを具え、機械的アームの自由端は、センサボックス内の少なくとも1つの能動部品と動作可能に相互作用するように構成されている。

10

【0044】

この実施形態において、制御ステーションは、制御要素をそれぞれ所定の位置にスライドさせるように構成された複数の使い捨ての滅菌制御要素カバーをさらに含み得る。滅菌制御要素カバーは、隣接する制御要素間を汚染流体が移動しないように、隣接する制御要素間にスライド式流体シールが形成されるように、互いに重なり合うように、構成され得る。

【0045】

別の実施形態では、制御要素は仮想制御要素である。制御ステーションは、仮想制御要素と仮想的に相互作用しながらオペレータによって行われたハンドジェスチャをキャプチャするように構成されたジェスチャ監視システムをさらに含み得る。

20

【0046】

仮想制御要素を有する実施形態では、マスタ入力装置は、仮想制御要素の対話型3D表現を表示するように構成された三次元(3D)タッチスクリーンを含み得る。この場合、3Dタッチスクリーンは円弧状の断面を有し、仮想制御要素は円弧状であってもよい。例えば、3Dタッチスクリーンが円筒形であり、仮想制御要素は円筒形であってもよい。仮想制御要素を有する別の実施形態では、制御ステーションは、三次元(3D)環境で仮想制御要素を表示するように構成されたヘッドマウント拡張現実(XR)システムをさらに含み得る。仮想制御要素を有するさらに別の実施形態では、制御ステーションは、仮想制御要素を表示するように構成された二次元(2D)表示スクリーンをさらに含んでもよい。仮想制御要素を備えたさらに別の実施形態では、制御ステーションは、仮想制御要素を三次元(3D)環境に投影するように構成されたホログラフィックマシンをさらに含み得る。

30

【0047】

ロボット血管内システムは、上記の制御ステーションとロボット血管内管理および追跡システムを含み得る。一実施形態では、ロボット血管内管理および追跡システムは、トラックと、複数の細長い医療器具がそれぞれ取り付けられる複数のシャトルとを含む。シャトルの各々は、トラックに機械的に結合されるように構成され、トラック上に乗るよう構成されたスレッドと、当該スレッドに担持され、トラックに沿ってそれぞれのシャトルを軸方向に並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構と、スレッドに担持され、軸方向駆動機構を作動させるように構成された第1の軸方向モータと、スレッドに担持され、それぞれの細長い医療器具をその長手方向軸を中心に回転させるように作動されるように構成された回転駆動機構と、スレッドに担持され、回転駆動機構を作動させるように構成された第2のモータとを具える。

40

【0048】

実施形態の他のさらなる態様および特徴は、添付の図を考慮した以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0049】

図面は、本発明の好ましい実施形態の設計および実用性を示すものであり、同様の要素は共通の参照数字で参照されている。図が縮尺通りに描かれていないこと、および同様の

50

構造または機能を持つ要素は、図面全体を通して同様の参照数字で表されていることに留意されたい。また、図面は実施形態の説明を容易にするための目的とすることに留意されたい。これらは、本発明の網羅的な説明や、本発明の範囲の限定を意図したものではなく、本発明は添付の特許請求の範囲およびその均等物によってのみ定義される。さらに、開示された発明の図示された実施形態は、図示されたすべての態様または利点を有する必要はない。開示された発明の特定の実施形態に関連して説明された態様または利点は、必ずしもその実施形態に限定されるものではなく、たとえ図示されていなくても、他の実施形態で実施することができる。本発明の上記および他の利点や目的がどのようにして得られるかをよりよく理解するために、添付の図面に示される特定の実施形態を参照することにより、上述した本発明の簡単な説明をより具体的に説明する。これらの図面は、本発明の典型的な実施形態のみを示しており、したがって、その範囲を限定するものではないと理解した上で、本発明を添付の図面を用いてさらに具体的かつ詳細に説明する。

10

【図 1】図 1 は、本発明にしたがって構築されたロボット血管内システムの一実施形態の側面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 のロボット血管内システムの上面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 のロボット血管内システムのカテーテルアセンブリの平面図である。

【図 4】図 4 は、図 3 のカテーテルアセンブリの線 4-4 に沿った断面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 のカテーテルアセンブリのガイドシースまたは作業カテーテルの近位アダプタの平面図である。

20

【図 6】図 6 は、図 1 のロボット血管内システムの血管内管理および追跡システムの一実施形態の平面図である。

【図 7】図 7 A ~ 7 D は、図 6 の血管内管理および追跡システムのシャトルの一実施形態の様々な図である。

【図 8】図 8 は、図 7 A ~ 7 D のシャトルの回転式止血弁 (RHV) の平面図である。

【図 9】図 9 は、図 7 A ~ 7 D のシャトルの座屈防止機構の軸方向分割シースの斜視図である。

【図 10】図 10 は、図 9 の軸方向分割シースを線 10-10 の沿った断面図である。

【図 11】図 11 A ~ 11 D は、図 6 の血管内管理および追跡システムを示す平面図であり、特に、シャトルの軸方向の異なる相対位置と、その結果変化する図 9 の軸方向分割シースの長さを示す。

30

【図 12】図 12 A ~ 12 D は、図 7 A ~ 7 D のシャトルの座屈防止機構の異なる構造を示す平面図である。

【図 13 A】図 13 A は、図 7 A ~ 7 D のシャトルで利用できる座屈防止機構の代替実施形態の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に伸長した状態を示す図である。

【図 13 B】図 13 B は、図 13 A の座屈防止機構の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に収縮した状態を示す図である。

【図 14 A】図 14 A は、図 7 A ~ 7 D のシャトルで利用できる座屈防止機構の別の代替実施形態の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に伸長した状態を示す図である。

40

【図 14 B】図 14 B は、図 14 A の座屈防止機構の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に収縮した状態を示す図である。

【図 15 A】図 15 A は、図 7 A ~ 7 D のシャトルで利用できる座屈防止機構のさらに別の代替実施形態の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に伸長した状態を示す図である。

【図 15 B】図 15 B は、図 15 A の座屈防止機構の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に収縮した状態を示す図である。

【図 16 A】図 16 A は、図 7 A ~ 7 D のシャトルで利用できる座屈防止機構のさらに別の代替実施形態の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に伸長した状態を示す図である。

【図 16 B】図 16 B は、図 16 A の座屈防止機構の平面図であり、特に座屈防止機構が

50

完全に収縮した状態を示す図である。

【図 17 A】図 17 A は、図 7 A ～ 7 D のシャトルで利用できる座屈防止機構のさらに別の代替実施形態の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に伸長した状態を示す図である。

【図 17 B】図 17 B は、図 17 A の座屈防止機構の平面図であり、特に座屈防止機構が完全に収縮した状態を示す図である。

【図 18】図 18 は、図 1 のロボット血管内システムの制御ステーションの一実施形態を示す平面図であり、特に制御ステーションのマスタ入力装置を覆う無菌スリーブの一実施形態を示す図である。

【図 18 A】図 18 A は、図 18 の制御ステーションの特定の一実施形態の平面図である。

【図 18 B】図 18 B は、図 18 の制御ステーションの別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 C】図 18 C は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 D】図 18 D は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 E】図 18 E は、図 18 D の制御ステーションで使用される制御要素の斜視図である。

【図 18 F】図 18 F は、図 18 E の制御要素上に配置された機械的アームの軸方向図であり、特に機械的アームが互いに時計回りに配置された状態を示す図である。

【図 18 G】図 18 G は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 H】図 18 H は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 I】図 18 I は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 J】図 18 J は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態を示す平面図である。

【図 18 K】図 18 K は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 18 L】図 18 L は、図 18 の制御ステーションのさらに別の特定の実施形態の平面図である。

【図 19】図 19 は、図 18 の制御ステーションを示す平面図であり、特に制御ステーションのマスタ入力装置を覆う複数の滅菌スリーブの別の実施形態を示す図である。

【図 20】図 20 は、図 19 の複数の無菌スリーブを保管用に積み重ねた状態の平面図である。

【図 21】図 21 は、図 1 のロボット血管内システムの血管内管理および追跡システムの別の実施形態の斜視図である。

【図 22】図 22 は、図 21 の血管内管理および追跡システムの側面図である。

【図 23】図 23 は、図 21 の血管内管理および追跡システムの上面図である。

【図 24】図 24 は、図 21 の血管内管理および追跡システムの底面図である。

【図 25】図 25 は、図 21 の血管内管理および追跡システムのトラックセグメントの斜視図である。

【図 26】図 26 は、図 25 のトラックセグメントの側面図である。

【図 27】図 27 は、図 25 のトラックセグメントの上面図である。

【図 28】図 28 は、図 25 のトラックセグメントの正面図である。

【図 29】図 29 は、図 25 のトラックセグメントの背面図である。

【図 30】図 30 は、シャトルのスレッドと図 21 の血管内管理および追跡システムのトラックセグメントとの相互作用を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 3 1】図 3 1 は、図 2 1 の血管内管理および追跡システムのシャトルの斜視図であり、特にシャトルから取り外された上部ケーシング部分を示す図である。

【図 3 2】図 3 2 は、図 3 1 のシャトルの別の斜視図であり、特にシャトルから取り外された上部ケーシング部分を示す図である。

【図 3 3】図 3 3 は、図 3 1 のシャトルのさらに別の斜視図であり、特に、シャトルの軸方向駆動機構を露出させるためにシャトルから取り外された上部ケーシング部分と R H V を示す図である。

【図 3 4】図 3 4 は、図 3 1 のシャトルのさらに別の斜視図であり、特に、シャトルの軸方向駆動機構を露出させるためにシャトルから取り外された上部ケーシング部分、スレッド、および R H V を示し、軸方向駆動機構はトラックから外されている。

【図 3 5】図 3 5 は、図 3 1 のシャトルのさらに別の斜視図であり、特に、シャトルの軸方向駆動機構を露出させるためにシャトルから取り外された上部ケーシング部分、スレッド、および R H V を示しており、軸方向駆動機構はトラックと係合している。

【図 3 6】図 3 6 は、図 2 1 のシャトルの軸方向駆動機構の分解斜視図である。

【図 3 7】図 3 7 は、図 2 1 のシャトルの軸方向駆動機構の拡大斜視図である。

【図 3 8】図 3 8 は、図 3 7 の軸方向駆動機構の側面図である。

【図 3 9】図 3 9 は、図 3 7 の軸方向駆動機構の上面図である。

【図 4 0】図 4 0 は、図 2 1 のシャトルの斜視図であり、特にシャトルの回転駆動機構を示す図である。

【図 4 1】図 4 1 は、図 2 1 のシャトルの正面図であり、特に回転駆動機構を示す図である。

【図 4 2】図 4 2 は、図 2 1 のシャトルの上部ケーシングと R H V の底面図である。

【図 4 3】図 4 3 は、図 2 1 のシャトルの上部ケーシングの底面図である。

【図 4 4】図 4 4 は、図 2 1 のシャトルの座屈防止機構の一実施形態を示す斜視図である。

【図 4 5】図 4 5 は、図 4 4 の座屈防止機構の別の斜視図である。

【図 4 6】図 4 6 は、図 4 4 の座屈防止機構の上面図である。

【図 4 7】図 4 7 は、図 4 4 の座屈防止機構の側面図である。

【図 4 8】図 4 8 は、図 4 4 の座屈防止機構の別の側面図である。

【図 4 9】図 4 9 は、図 4 4 の座屈防止機構の上面図であり、特にオプションの巻き取りバイアス機構を示す図である。

【図 5 0】図 5 0 は、図 4 4 の座屈防止機構の概略図であり、特に、座屈防止機構の軸方向分割シースの線速度と、座屈防止機構の巻き取りリールの線速度とのマッチングを示す図である。

【図 5 1】図 5 1 は、図 2 1 のシャトルの座屈防止機構の他の実施形態を示す斜視図である。

【図 5 2】図 5 2 は、図 5 1 の座屈防止機構の別の斜視図である。

【図 5 3】図 5 3 は、図 5 1 の座屈防止機構の側面図である。

【図 5 4】図 5 4 は、図 5 1 の座屈防止機構の底面図である。

【図 5 5】図 5 5 は、図 5 1 の座屈防止機構の上面図である。

【図 5 6】図 5 6 は、図 1 のロボット血管内システムの血管内管理および追跡システムのさらに別の実施形態の概略図である。

【図 5 7】図 5 7 は、図 5 6 の血管内管理および追跡システムの電動バージョンの上面図である。

【図 5 8】図 5 8 は、図 5 6 の血管内管理および追跡システムの手動操作バージョンの上面図である。

【図 5 9】図 5 9 は、図 5 8 の血管内管理および追跡システムのシャトルの軸方向駆動機構の制御シャフトとウォームスクリュの断面図である。

【図 6 0 A】図 6 0 A は、ステント送達カテーテルおよびプッシャワイヤと使用する、図 5 6 の血管内管理および追跡システムの一構成の平面図である。

10

20

30

40

50

【図 6 0 B】図 6 0 B は、図 6 0 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特にステント送達カテーテルからのステントの展開を示す。

【図 6 0 C】図 6 0 C は、図 6 0 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特にステント送達カテーテル内のステントの再被覆を示す。

【図 6 0 D】図 6 0 D は、図 5 6 の血管内管理および追跡システムの別の構成を示す平面図であり、特にステント送達カテーテルからのステントの展開を示す。

【図 6 0 E】図 6 0 E は、図 5 6 の血管内管理および追跡システムのさらに別の構成を示す平面図であり、特にステント送達カテーテルからのステントの展開を示す。

【図 6 1 A】図 6 1 A は、カテーテルおよびガイドワイヤと使用する、図 5 6 の血管内管理および追跡システムの一構成を示す平面図である。

【図 6 1 B】図 6 1 B は、図 6 1 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特にカテーテルとガイドワイヤの遠位方向への前進を示す。

【図 6 1 C】図 6 1 C は、図 6 1 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特にカテーテルとガイドワイヤの近位側への後退を示す。

【図 6 2 A】図 6 2 A は、図 5 6 の血管内管理および追跡システムをカテーテルとステントリバーとともに使用する際の一構成を示す平面図である。

【図 6 2 B】図 6 2 B は、図 6 2 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特に、血栓を補足したステントリバーの近位側への後退を示す図である。

【図 6 2 C】図 6 2 C は、図 6 1 A の血管内管理および追跡システムの平面図であり、特にカテーテルとステントリバーの近位側への後退を示す。

【図 6 3】図 6 3 は、図 1 のロボット血管内システムの血管内管理および追跡システムのさらに別の実施形態の斜視図である。

【図 6 4】図 6 4 は、図 6 3 の血管内管理および追跡システムの拡大斜視図である。

【図 6 5】図 6 5 は、図 6 3 の血管内管理および追跡システムの拡大斜視図であり、特に血管内管理および追跡システムの支持アームへのトラックの固定を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

図 1～2 を参照して、本発明にしたがって構成されたロボット血管内システム 10 の一実施形態について説明する。ロボット血管内システム 10 は、一般に、血管内アセンブリ 12（図 3 に最もよく示す）と、患者 20（図示の実施形態では人間であるが、任意の動物であってもよい）が載置され、血管内アセンブリ 12 が同軸（または入れ子）関係で動作可能に取り付けられた処置台 18 と密接に関連し得る血管内管理および追跡システム 14 と、血管内管理および追跡システム 14 と通信可能に接続された制御ステーション 16 とを具え、それにより、オペレータ 24（例えば、医師）が患者 20 に医療処置を行うことを可能にする。ロボット血管内システム 10 はまた、処置台 18 および患者 20 を少なくとも部分的に覆うドレープ 22（図 2 に点線で示す。）も含み得る。

【0051】

図 3～4 を参照すると、血管内アセンブリ 12 は複数の細長い医療器具 26 を含み、本例では、ガイドシース 26 a と、作業カテーテル 26 b と、ガイドワイヤ 26 c とが互いに同軸に配置され、すなわち、ガイドワイヤ 26 c は作業カテーテル 26 b 内に摺動可能に受容されるサイズであり、作業カテーテル 26 b はガイドシース 20 内に摺動可能に受容されるサイズである。血管内アセンブリ 12 は、例えば、自然の身体管腔（例えば、血管（動脈、心室、または静脈）、泌尿器系血管（腎集合管、腎杯、尿管、膀胱、または尿道）、肝胆道系血管（肝管および膵管、胆管、総管または膀胱管）、消化管（食道、胃、小腸、大腸、盲腸、直腸）、婦人科系管路（子宮頸管、子宮）、卵管または乳管、乳房の乳管、鼻咽腔（耳管、副鼻腔、涙管）、精囊、脊柱管または脳室）に通して挿入され得る。血管内アセンブリ 12 は、経皮的アクセス、外科的アクセス、または自然の開口部（口腔、直腸、鼻腔、耳管、視管、または尿道）を介して患者 20 に導入されてもよい。

【0052】

血管内アセンブリ 12 は、血管内管理および追跡システム 14 が相互作用するガイドシ

10

20

30

40

50

ース、作業カテーテル、およびガイドワイヤの3軸構造を含むものとして本明細書では説明されるが、血管内アセンブリ12は、血管内管理および追跡システム14が相互作用するガイドシース、作業カテーテル、およびガイドワイヤの任意の組み合わせ（2軸構造、さらには単軸構造（すなわち、血管内管理および追跡システム14が相互作用するガイドシース、作業カテーテル、ガイドワイヤ、または他の柔軟で細長い医療器具のうちの1つのみ）を含み得ることを理解されたい。

【0053】

ガイドシース26aは、患者20の血管系内の標的組織部位への作業カテーテル26bのアクセスを容易にするように構成されている。ガイドシース26aは一般に、近位端30と遠位端32とを有する細長いシース本体28と、近位端30と遠位端32との間でシース本体28を全体的に貫通して延びる中央ルーメン34（図4に最も良く示す）と、シース本体28の近位端30に取り付けられた近位アダプタ36とを含む。

10

【0054】

シース本体28は、実質的に柔軟または可撓性を有しており、患者20内に進入させる際に、オペレータまたは外科医がシース本体28を容易に操作して、患者の内部経路（例えば、消化管、血管など）の形状や湾曲に追従、適合、または一致させることができるようになっている。図6に示す実施形態では、シース本体28は動脈アクセスシース78を介して患者20に導入され、その近位端は、シース本体28をシースアンカー80に導入または取り出すことができる導入／取出ポート82を有するシースアンカー80を介して患者20に固定されるが、シース本体28が自然のオリフィスを介して患者20に導入される場合には、動脈アクセスシース78は必要ない。

20

【0055】

図示の実施形態では、シース本体28は円形の断面を有しているが、長方形など他の断面形状を用いてもよい。シース本体28は、中立軸に沿って高い軸方向剛性を提供する一方で、低い曲げ剛性を示す複数の材料層および／または複数のチューブ構造で構成することができる。典型的な設計には、編組で包まれたニチノールスパインと、柔軟性、曲げ性、または適切なポリマー材料、あるいは生体適合性ポリマー材料、あるいは低デュロメータプラスチック（ナイロンー12、Pebax（登録商標）、ポリウレタン、ポリエチレンなど）からなる編組プラスチック複合構造などがある。

【0056】

中央ルーメン34の形状およびサイズは、作業カテーテル26bの断面形状およびサイズに応じて選択される。シース本体28は、ガイドシース26aの作業ルーメン34内での作業カテーテル26bの移動に適応する低摩擦表面を提供するために、低摩擦の内層（例えば、シリコンまたはポリテトラフルオロエチレンのコーティング）を有し得る。以下にさらに詳述するように、近位アダプタ36は、ガイドシース26aを血管内管理および追跡システム14に機械的および流体的に結合するように構成されている。

30

【0057】

任意の実施形態では、ガイドシース26aは、シース本体28の遠位端32が、患者20の血管系内の標的組織部位に到達するために患者の内部経路の様々な形状または曲率に適合し得る単純あるいは複雑な形状または曲率に関節運動され得るように、能動的ステアリング機能を有していてもよい。例えば、ガイドシース26aは、シース本体28の遠位端32に所望の形状または湾曲をもたらすように操作可能な、シース本体28を通して延びる1つまたは複数のステアリング要素（プルワイヤ（図示せず）など）を有していてもよい。

40

【0058】

作業カテーテル26bは、標的組織部位で介入処置および／または診断処置を行うように構成されている。例えば、作業カテーテル26bは、ステント送達カテーテル、バルーンカテーテル、電気生理学カテーテル、超音波撮像カテーテル、アテレクトミーカテーテル、血管閉塞デバイス送達カテーテル、造影剤／薬剤送達カテーテルなどであり得る。

【0059】

50

作業カテーテル 26 b は一般に、近位端 40 および遠位端 42 を有する細長いカテーテル本体 38 と、近位端 40 と遠位端 42 との間でカテーテル本体 38 全体を貫通して延びる中央ルーメン 44 (図 4 に最もよく示す) と、カテーテル本体 38 の近位端 40 に取り付けられた近位アダプタ 46 と、カテーテル本体 38 の遠位端 42 に担持される操作要素 48 (例えば、ステント、バルーン、マッピング電極、超音波要素、組織切断ブレード、血管閉塞デバイス、流体ポートなど) とを含む。

【0060】

作業カテーテル 26 b は、ガイドシース 26 a の中央ルーメン 34 を貫通し、したがってガイドシース 26 a に対して移動可能である。作業カテーテル 26 b は、ガイドシース 26 a と作業カテーテル 26 b の相対的な挿入、ガイドシース 26 a と作業カテーテル 26 b の相対的な回転または「ロール」、および任意選択で、特にカテーテル本体 38 の遠位端 44 がシース本体 28 の遠位端 44 を越えて挿入される場合に、ガイドシース 26 a と作業カテーテル 26 b の相対的なステアリングまたは屈曲を可能にするために、ガイドシース 26 a の中央ルーメン 34 内に移動可能に配置され得る。図 3 に示すように、作業カテーテル 26 b はシース本体 28 の遠位端 32 に対して遠位側に突出している。もちろん、作業カテーテル 26 b は、カテーテル本体 38 の遠位端 44 がシース本体 28 の遠位端 32 と実質的に同一面になるように近位に引き戻すことができ、さらにシース本体 28 の遠位端 32 がシース本体 28 の遠位端 32 内に引っ込むように近位に引き戻すこともできる。

【0061】

カテーテル本体 38 は、シース本体 28 が患者の体内経路の形状または湾曲に適合したときに、シース本体 28 の中央ルーメン 34 を通って前進できるように、実質的に柔軟性または可撓性を有する。図示の実施形態では、カテーテル本体 38 の断面は円形であるが、長方形など他の断面形状を用いてもよい。カテーテル本体 38 は、中立軸に沿って高い軸方向剛性を有しつつ、低い曲げ剛性を示す複数の材料層および／または複数のチューブ構造で構成され得る。典型的な設計には、編組で包まれたニチノールスパインと、柔軟性、曲げ性、または適切なポリマー材料、あるいは生体適合性ポリマー材料、あるいは低デュロメータプラスチック (ナイロン-12、Pebax (登録商標)、ポリウレタン、ポリエチレンなど) からなる編組プラスチック複合構造などがある。カテーテル本体 38 は、中立軸に沿って高い軸方向剛性を有しつつ、低い曲げ剛性を示す複数の材料層および／または複数のチューブ構造で構成され得る。典型的な設計には、編組で包まれたニチノールスパインと、柔軟性、曲げ性、または適切なポリマー材料、あるいは生体適合性ポリマー材料、あるいは低デュロメータプラスチック (ナイロン-12、Pebax (登録商標)、ポリウレタン、ポリエチレンなど) からなる編組プラスチック複合構造などがある。

【0062】

中央ルーメン 44 の形状およびサイズは、ガイドワイヤ 26 c の断面形状およびサイズに応じて選択される。カテーテル本体 38 は、作業カテーテル 26 b の中央ルーメン 44 内でのガイドワイヤ 26 c の移動に対応する低摩擦表面を提供するために、低摩擦の内層 (例えば、シリコンまたはポリテトラフルオロエチレンのコーティング) を有し得る。以下でさらに詳しく説明するように、近位アダプタ 56 は、作業カテーテル 26 b を血管内管理および追跡システム 14 に機械的および流体的に結合するように構成されている。

【0063】

任意の実施形態では、作業カテーテル 26 b は、カテーテル本体 38 の遠位端 42 が患者 20 の血管系内の標的組織部位に到達するために、患者の体内経路の様々な形状または曲率に適合し得る単純あるいは複雑な形状または曲率に関節運動され得るように、能動的ステアリング機能を有していてもよい。例えば、作業カテーテル 26 b は、カテーテル本体 38 の遠位端 42 に所望の形状または湾曲をもたらすように操作可能な、カテーテル本体 38 を通って延びる 1 以上のステアリング要素 (プルワイヤ (図示せず) など) を有していてもよい。

【0064】

10

20

30

40

50

ガイドワイヤ 26 c は、近位端 52 および遠位端 54 を有するガイドワイヤ本体 50 と、ガイドワイヤ本体 50 の近位端 52 に取り付けられたコレット 56 とを含む従来のワイヤであってもよい。ガイドワイヤ本体 50 は、ガイドワイヤ 26 c に望ましい柔軟性／剛性特性を持たせるために、適切な材料（例えば、ステンレス鋼および／またはニッケルチタン合金などの金属または金属合金、またはポリマー）で構成される。ガイドワイヤ本体 50 は、例えば 0.125 インチ以下の適当な直径を有し、50 cm ～ 350 cm の適切な長さを有し得る。コレット 56 はガイドワイヤ 26 c を血管内管理および追跡システム 14 に機械的に連結するように構成されている。

【0065】

図 5 を参照すると、近位アダプタ 36、46 のそれぞれは、ポリカーボネート、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（ABS）、アセタールなどの適切な材料からなるアダプタ本体 58 と、近位アダプタ本体 58 の中心を通して軸方向に伸びるルーメン 60 とを含む。近位アダプタ 36、46 の各々は、ガイドシース 26 a の中央ルーメン 34 または作業カテーテル 26 b の中央ルーメン 44 が近位アダプタ 36、46 のルーメン 60 に流体連通するように、シース本体 28 の近位端 30 またはカテーテル本体 38 の近位端 40 が（例えば、接着を介して）適切に取り付けられるオス型コネクタ 62 をさらに含む。近位アダプタ 36、46 のそれぞれは、シース本体 28 の近位端 30 またはカテーテル本体 38 の近位端 40 に取り付けられたストレインリリーフ（図示せず）をさらに含み得る。このストレインリリーフは、シリコンゴムなどの適切な材料で構成され得る。

【0066】

近位アダプタ 36、46 の各々は、ガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b が血管内管理および追跡システム 14 に、この場合、血管内管理および追跡システム 14 に含まれる回転式止血弁（RHV）（以下にさらに詳細に記載）の従来のオス型 T o u h y - B o r s t コネクタに、取り外し可能に結合できるように設計されている。このため、近位アダプタ 36、46 の各々は、近位アダプタ本体 38 の近位端に形成されたメス型ルアーロックポート 64 をさらに具える。ルアーロックポート 64 は、少なくとも 1 つの外側ネジ山 66 と内部テーパ面 68 とを含む。このように、近位アダプタ 36、46 の各々は、ガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b が血管内管理および追跡システム 14 に交互に連結され、血管内管理および追跡システム 14 から交互に連結解除されるように、T o u h y - B o r s t コネクタに交互に螺合され、T o u h y - B o r s t コネクタから交互に螺合解除され得る。あるいは、各近位アダプタ 36、46 を血管内管理および追跡システム 14 の T o u h y - B o r s t コネクタに押し込むようにしてもよい。

【0067】

図 1 ～ 2 に戻ると、血管内管理および追跡システム 14 は、従来の血管内処置において細長い医療器具が現在扱われているのと同じ領域で処置台 18 の上に置かれ、複数のスライド式シャトル（または駆動ユニット）が着脱自在に取り付けられる柔軟なトラックを使用するモジュール式システムである。以下にさらに詳述するように、血管内管理および追跡システム 14 は、制御ステーション 16 から送信される制御信号にしたがって、駆動ユニットにそれぞれ結合された同軸血管内アセンブリ 12 の細長い医療器具 26 に、独立したロボットによる挿入および引き込み作動、ロボットによる回転またはロール作動、および任意のステアリング作動を提供してもよい。以下にさらに詳述するように、血管内管理および追跡システム 14 は、制御ステーション 16 の制御による完全自動（ロボット）モダリティと、制御ステーション 16 を使用せずにユーザの手動制御による完全手動モダリティとの間で動的に切り替えることができる。他の実施形態では、血管内管理および追跡システム 14 は、専用の方法で（すなわち、モータまたはコントローラを全く使用せずに）完全に手動で操作することができ、それによって血管内管理および追跡システム 14 の「簡易」または「格安」バージョンを提供することができる。完全な手動モダリティにおける血管内管理および追跡システム 14 の操作は、現在の手動カテーテル処置で使用され得る操作ワークフローと同様であるが、さらに、現在の手動のカテーテル処置と比較して、より整然とした作業環境、より正確な器具の動き、および使用中の細長い医療器具の改

10

20

30

40

50

善された視認性を提供する。

【0068】

図6および図7A～7Dをさらに参照すると、血管内管理および追跡システム14は、一般に、トラック70と、該トラック70に機械的に結合され、トラック70に沿って軸方向に並進するように構成された複数のシャトル72（72a～72c）を具える。

【0069】

好ましくは、トラック70は、オペレータ24または他の病院職員が病室環境（例えば、処置台18、患者20、および／またはドレープ22）に輪郭を合わせることができるように十分に柔軟でありつつ、トラック70上のシャトル72a～72cの軸方向移動を支持するのに十分な剛性を有している。例えば、トラック70は、重力にのみ応答して病室環境の輪郭に適合するように（例えば、例えば、処置台18、患者20、および／またはドレープ22上に置かれたとき）上下（垂直）方向の柔軟性は高いが、以下にさらに詳述するように、シャトル72a～72cが、トラック70に沿ってシャトル72a～72cを軸方向に並進させるために必要な駆動力をトラック70に加えられるように、また病室環境に対するトラック70の向きおよび全体的な位置を維持するのに助けるように、横方向（水平方向）およびねじり方向の柔軟性は比較的強くあり得る。例えば、トラック70は、図7A～7Dに最もよく示されるように、長方形の断面を持つリボン状要素（幅広で薄い長方形の押出成形品）であり得る。一実施形態では、トラック70は可鍛性で、トラック70を病室環境に適合するように曲げることができる。本明細書において、トラック70に関する「可鍛性」という用語は、トラック70に手で加えられる力に応じてトラック70の形状を繰り返し変えることができ、そのような力がトラック70から取り除かれたときにその形状が保持されることを意味する。別の実施形態では、トラック70は、リボン状要素ではなく、シャトル72a～72cが係合できる（例えば、ねじ付きカラー（図示せず）を使用する）螺旋状のロッドまたはねじの形態であってもよい。この場合、トラック70は円形の断面を有し、したがって、上下および左右に同じ柔軟性を持つことになる。

【0070】

留め具（例えば、脚または腕のバンド／ストラップ、粘着パッドなど）を使用して、患者20のアクセス部位またはその近傍にトラック70の遠位端74を固定することができる。一方、以下にさらに詳述するように、トラック70の近位端76は、少なくとも瞬間的には、トラック70へのシャトル72a～72cの出し入れを可能にするために自由なままである。一実施形態では、留め具は、シース本体28の近位端を患者20に固定するために使用されるシースアンカー80である。

【0071】

図7A～7Dに示される実施形態では、トラック70は、トラック70に沿ったシャトル72a～72cの軸方向の並進を容易にするために、シャトル72a～72cの対応する駆動機構（例えば、以下でさらに詳述するラックアンドピニオン構成）が係合する歯84の少なくとも1つの列（1列だけを図示する。）をその長さに沿って有している。歯84はトラック70の端に配置されて図示されているが、歯84はトラック84のどこに配置されてもよく、例えばトラック70の上面に配置されてもよい。あるいは、トラック70は、摩擦面、螺旋要素など、トラック70に沿ったシャトル72a～72cの軸方向移動を容易にする他のタイプの要素を有してもよい。図示の実施形態では、トラック70は、シャトル72a～72cが乗るオープンモノレールの形をとるが、代替の実施形態では、トラック70は、シャトル72a～72cが走行する複数のレール（例えば、一對のレール）を有してもよい。代替の実施形態では、トラック70はテーブルに取り付けられた硬質ロッドの形態をとることができるが、柔軟なトラックによって提供される利点、すなわち病室環境にトラックの形状を適合できる利点はなくなる。

【0072】

ロボット血管内システム10はシャトル72の形態の複数の独立した駆動システムを利用するため、制御ステーション16がシャトル72間の相対的な位置関係を追跡できるよ

10

20

30

40

50

うに、トラック 70 上のどのシャトル 72 の位置も常に分かっていることが重要となる。このため、トラック 70 は、トラック 70 に対するシャトル 72 の位置を示す 1 以上のエンコーダと、当該エンコーダを読み取り、トラック 70 に対するシャトル 72 のそれぞれの位置を示す電気信号を出力するように構成された 1 以上のセンサとを具える。図示された実施形態では、エンコーダは、その長さに沿って一連の埋め込みまたは印刷された基準要素 86（図 7C～7D に最もよく示す）の形態をとり、センサは、それぞれのシャトル 72 a～72 c 上に（すなわちスレッド上に（以下でさらに詳述する））（例えば、光学的、磁氣的、静電容量的などで）読み取るための基準要素リーダ（図示せず）の形態をとり、任意の時点で、制御ステーション 16 がトラック 70 に対する各シャトル 72 の位置を知らされ得る。代替実施形態では、トラック 70 に対するシャトル 72 の位置を制御ステーション 16 に知らせるために、エンコーダ・センサ対をそれぞれのシャトル 72 に組み込んでよい。例えば、基準要素（図示せず）は、それぞれのシャトル 72 に担持される駆動機構（以下でさらに詳述する）の回転部分に配置することができ、一方、基準要素センサは、それぞれのシャトル 72 内のハウジングまたはケーシング（以下でさらに詳述する）あるいは他の静止フレーム構造の内面に配置することができる。他の代替実施形態では、トラック 70 に対するシャトル 72 の位置を制御ステーション 16 に知らせるために、シグナリング（例えば、光、超音波、誘導性、容量性、無線周波数（RF）など）を使用して位置センシングを実行できる能動電子コンポーネント（例えば、送受信機対）をトラック 70 およびシャトル 72 に埋め込んでよい。さらに他の代替実施形態では、細長い医療器具 26 の遠位端に基準要素（図示せず）を配置し、この基準要素を、細長い医療器具 26 の位置の代用としてトラック 70 に対するシャトル 72 の位置を直接追跡するのではなく、細長い医療器具 26 の位置を直接追跡するために、透視撮像装置（図示せず）などの視覚ベースのシステムによって視覚的に感知するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0073】

以下にさらに詳述するように、シャトル 72 a～72 c は、細長い医療器具 26 の相対的な軸方向追跡、細長い医療器具の相対的な回転運動、および内部または外部の電力と通信を単一のユニットで提供する。ガイドワイヤ 26 c が取り付けられるシャトル 72 c が流体管理機能を必要としないのとは対照的に、シャトル 72 a～72 b はそれぞれガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b の流体管理機能も提供する。

【0074】

シャトル 72 a～72 c は、着脱自在にトラック 70 に機械的結合されるように構成されている。特に、シャトル 72 a～72 c は、1 つずつ、それらが駆動されるトラック 70 の近位端 76 にねじ込まれ、1 つずつ、トラック 70 の近位端 76 から取り外すことができる。シャトル 72 a～72 c は、それぞれ細長い医療器具 26 に着脱自在に取り付けられるように構成されている。図示の実施形態では、ガイドシース 26 a は最遠位シャトル 72 a に取り付けられ、作業カテーテル 26 b は中間シャトル 72 b に取り付けられ、ガイドワイヤ 26 c は最近位シャトル 72 c に取り付けられる。シャトル 72 a～72 b の後続の各々は、ガイドシース 26 a、作業カテーテル 26 b、およびガイドワイヤ 26 c が同軸配置になるように、ロード／アンロードポート 88 を介して、シャトル 72 b～72 c の先行するシャトルに取り付けられた細長い医療器具 26 のそれぞれ 1 つの遠位端をスライド可能に受け入れるように構成される（すなわち、最遠位のシャトル 72 a が作業カテーテル 26 b の遠位端を摺動可能に受容するように構成されて、作業カテーテル 26 b がガイドシース 26 a 内に同軸配置されるように構成され、中間のシャトル 72 b がガイドワイヤ 26 c の遠位端を受容するように構成されて、ガイドワイヤ 26 c が作業カテーテル 26 b 内に同軸配置されるように構成される）。以下にさらに詳述するように、シャトル 72 a、72 b は交換可能であり、シャトル 72 a が中間シャトルとなり、シャトル 72 b が最遠位シャトルとなってもよい。

【0075】

シャトル 72 a～72 c の各々は、トラック 70 上に乗るように構成されたスレッド 90 と、スレッド 90 に担持され、トラック 70 に沿ってそれぞれのシャトル 72（したが

って、それぞれのシャトル 72 に取り付けられた細長い医療器具 26 の各々）を軸方向に並進させるように作動するように構成された軸方向駆動機構 92（例えば、歯車式または摩擦式カップリング）（図 7 A および図 7 D に示す）と、スレッド 90 に担持され、軸方向駆動機構 92 を作動させるように構成された軸方向アクチュエータ 94（図 7 D に示す）と、スレッド 90 に担持され、それぞれのシャトル 72 に取り付けられた細長い医療器具 26 のそれぞれをその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成された回転駆動機構 96（例えば、歯車式または摩擦式カップリング）と、スレッド 90 に担持され、回転駆動機構 96 を作動させるように構成された回転アクチュエータ 98（図 7 D に示す）と、スレッド 90 に取り付けられ、軸方向駆動機構 92、軸方向アクチュエータ 94、回転駆動機構 96、および回転アクチュエータ 98 を包含する外側ケーシング 100 とを具える。

10

【0076】

図示された実施形態では、制御ステーション 16 が血管内管理および追跡システム 14 をマスタ・スレーブ構成（すなわち、完全自動モダリティ）で動作させ、軸方向アクチュエータ 94 および回転アクチュエータ 98 はモータ（例えば、ステッピングモータ）を含むことができ、これらのモータは、制御ステーション 16 によって生成された制御信号に応答して、それぞれの駆動機構 92、96 を作動させて、トラック 70 に沿ってそれぞれのシャトル 72 を軸方向に並進させ、細長い医療器具 26 のそれぞれをその長手方向軸を中心に回転させることができる。

【0077】

上記で簡単に説明したように、血管内管理および追跡システム 14 は、完全自動モダリティと完全手動モダリティとの間で動的に切り替えられるように有利に設計され得る。

20

【0078】

この目的のために、シャトル 72 a ~ 72 c の各々は、トラック 70 に沿ったそれぞれのシャトル 72 の軸方向移動が細かく制御され得るように、それぞれのシャトル 72 を軸方向に割り出し、および／または、その軸を中心としたそれぞれの細長い医療器具 26 の回転が細かく制御され得るように、細長い医療器具 26 のそれぞれの 1 つを回転方向に割り出すために、手動で操作され得る手動アクチュエータ 102、104（例えば、手で操作されるダイヤル、ノブ、サムホイール、スライダ、または他の手で操作される機構）をさらに具える。それぞれのシャトル 72 を軸方向に割り出し、またはそれぞれの細長い医療器具 26 を回転方向に割り出すために、手動アクチュエータ 102、104 はそれぞれ、モータ 94、98 に作動される同じ駆動機構 92、96 を作動させてもよいし、モータ 94、98 によってそれぞれ作動させられる駆動機構 92、96 とは完全に独立した異なる駆動機構（図示せず）を作動させてもよい。

30

【0079】

あるいは、シャトル 72 a ~ 72 c のいずれかも手動アクチュエータ 102、104 を有さず、代わりに、それぞれのシャトル 72 をトラック 70 に沿って手動で直接移動させてもよく、および／または、細長い医療器具 26 のそれぞれをその長手方向軸を中心に手で直接回転させてもよい。任意の実施形態では、シャトル 72 a ~ 72 c の各々は、手動操作できる 1 つまたは複数のアクチュエータ（図示せず）（例えば、1 つまたは複数のボタン、スライダ、タッチセンサなど）を含み、それぞれのモータ 94、98 および関連する駆動機構 92、96 の作動を介して、トラック 70 に沿ってそれぞれのシャトル 72 を軸方向に並進させるか、細長い医療器具のそれぞれの 1 つをその長手方向軸 26 を回転させることができる。

40

【0080】

血管内管理および追跡システム 14 の完全自動モダリティと完全手動モダリティとの間の切り替えは、様々な方法のうちのいずれか 1 以上で達成され得る。

一例として、各シャトル 72 は、軸方向モータ 94 がトラック 70 との間で、軸方向駆動機構 92 の少なくとも一部で、交互に係合（例えば、歯車の噛み合い、摩擦結合、モータの作動などを介して）および係合解除（例えば、歯車の噛み合い解除、摩擦結合の解除

50

、モータの作動解除など）するように構成された第１のクラッチ機構（図示せず）と、それぞれのシャトル７２に取り付けられた細長い医療器具２６のそれぞれとの間で軸方向モータ９４が関連付けられる回転駆動機構９６の少なくとも一部を交互に係合（例えば、歯車の噛み合い、摩擦結合、モータの作動など）および係合解除（例えば、歯車の噛み合い解除、摩擦係合の解除、モータの作動解除など）するように操作されるように構成された第２のクラッチ機構（図示せず）とを具える。

【００８１】

したがって、軸方向駆動機構９２の全体をトラック７０に係合させ、回転駆動機構９６の全体を細長い医療器具２６のそれぞれに係合させるようにクラッチ機構を作動させると、血管内管理および追跡システム１４が完全自動モダリティ（モータ９４、９８が、制御ステーション１６で生成された制御信号に応答して、それぞれの駆動機構９２、９６を作動させて、トラック７０に沿ってそれぞれのシャトル７２を軸方向に並進させ、細長い医療器具２６をその長手方向軸を中心に回転させるような様式）となり、一方、クラッチ機構を操作して軸方向駆動機構９２の少なくとも一部をトラック７０から離脱させ、回転駆動機構９６の少なくとも一部をそれぞれの細長い医療器具２６から離脱させると、血管内管理および追跡システム１４が完全手動モダリティ（手動アクチュエータ１０２、１０４を操作して、トラック７０に沿ったそれぞれのシャトル７２の軸方向並進を細かく制御し、および／または、それぞれの細長い医療器具２６をその長手方向軸を中心に細かく回転させることができ、あるいはそれぞれのシャトル７２をトラック７０に沿って手動で直接的に並進させることができ、および／または、それぞれの細長い医療器具２６をその長手方向軸を中心に手動で直接的に回転させることができる様式）となる。

【００８２】

各シャトル７２のクラッチ機構は、それぞれのシャトル７２を介した手動入力、別のシャトル７２を介した手動入力、および／または制御ステーション１６からの入力を介して操作することができ、任意に、係合または係合解除を視覚的に示す手動／自動スイッチを含んでもよい。

【００８３】

血管内管理および追跡システム１４が完全手動モダリティで操作される場合、手動アクチュエータ１０２は、トラック７０に係合したままの軸方向駆動機構９２の部分（すなわち、クラッチ点とトラック７０との間の軸方向駆動機構９２の部分）または完全に独立した軸方向駆動機構を作動させて、トラック７０に沿ったそれぞれのシャトル７２の軸方向移動を細かく制御することができ、手動アクチュエータ１０４は細長い医療器具２６のそれぞれに係合したままの回転駆動機構９６の部分（すなわち、クラッチ点とそれぞれの細長い医療器具２６との間の回転駆動機構９６の部分）または完全に独立した軸方向駆動機構を作動させて、それぞれの細長い医療器具２６の回転を細かく制御することができる。

【００８４】

別の例として、モータ９４、９８および関連する駆動機構９２、９６は、低い力に反応して電子的に非活性化（例えば、パワーダウンまたは他の方法でスリープモードに）されたときに自由回転するように設計され得る。モータ９４、９８および関連駆動機構９２、９６のフリースピン能力は、使用されるモータの種類、モータの制御モード、および関連する駆動機構９２、９６の設計に依存する。したがって、モータ９４、９８を電子的に作動させる（例えば、電源を入れるか、他の方法で起動させる）ことにより、血管内管理および追跡システム１４は完全自動モダリティとなり（モータ９４、９８が、制御ステーション１８により生成された制御信号に応答して、それぞれの駆動機構９２、９６を作動させて、それぞれのシャトル７２をトラック７０に沿って軸方向に並進させ、細長い医療器具２６のそれぞれをその長手方向軸を中心に回転させるような様式）、そして、モータ９４、９８の電源を落とすか、さもなければスリープ状態にすることにより、血管内管理および追跡システム１４は完全手動モダリティとなる（手動アクチュエータ１０２、１０４を操作して、トラック７０に沿ったそれぞれのシャトル７２の軸方向並進を細かく制御し、および／または、その長手方向軸を中心にそれぞれの細長い医療器具２６を細かく回転

させることができ、あるいは、それぞれのシャトル 72 をトラック 70 に沿って手動で直接並進させることができ（例えば、外側ケーシング 100 を手で把持することによって）、および／または、それぞれの細長い医療器具 26 をその長手方向軸を中心に手動で直接回転させることができる（例えば、ガイドシース 26 a の近位アダプタ 36、作業カテテル 26 b の近位アダプタ 46、またはガイドワイヤ 26 c のコレット 56 を回転させることによって）。

【0085】

血管内管理および追跡システム 14 が、専用の方法で（すなわち、モータなしで）完全手動モダリティで動作するように設計されている場合、それぞれのシャトル 72 は、アクチュエータを含まなくてよく（例えば、シャトル 72 は、手で直接トラック 70 に沿って手動並進されてもよく、および／または、細長い医療器具 26 はそれぞれ、手で直接その長手方向軸を中心に回転されてもよい）、あるいは、軸方向アクチュエータ 94 および／または回転アクチュエータ 98 は、モータの代わりに、手動アクチュエータ（例えば、手で操作されるダイヤル、ノブ、サムホイールまたは他の手で作動する機構）を含むことができ、トラック 70 に沿ったシャトル 72 の軸方向移動が細かく制御され得るように、シャトル 72 を軸方向に割り出し、および／または、それぞれの細長い医療器具 26 の軸を中心とした回転が細かく制御され得るように、それぞれの細長い医療器具 26 を回転方向に割り出すようにしてもよい。

【0086】

任意の実施形態において、シャトル 72 a ～ 72 c の各々は、シャトル 72 が完全自動モダリティ（この場合、モータが第 1 のクラッチ機構を介してシャトル 72 をトラック上の所定位置にロックすることができない）または完全手動モダリティのいずれかにあるとき、トラック 70 上のそれぞれのシャトル 72 の命令にない移動を防止するために、それぞれのシャトル 72 をトラック 70 上の所定位置に停止させるかロックするためのロック機構 106（図 7 A および図 7 D に示す）を有してもよい。別の任意の実施形態では、シャトル 72 a ～ 72 c の各々は、細長い医療器具 26 のそれぞれと直接係合する回転駆動機構 96 の部分の周囲に埋め込まれるか印刷された基準要素（図示せず）を含み、これは光学的または磁気的手段によって読み取ることができ、任意の時点で、制御ステーション 16 が細長い医療器具 26 の回転位置を知ることができるようになっている。

【0087】

シャトル 72 b ～ 72 c が単一のユニットとしてトラック 70 に沿って軸方向に並進するように、ガイドワイヤ 26 c が取り付けられた最も近位のシャトル 72 c は、中間シャトル 72 b に近接していてもよく、図示の実施形態では、中間シャトル 72 b に固く結合されていてよい。例えば、最も近位のシャトル 72 c は、中間シャトル 72 b のロード／アンロードポート 88 に取り外し可能に嵌合するために外側ケーシング 100 の近位端に配置された雄プラグ 108（図 6 に示す）を具える。代替の実施形態では、シャトルを使用してトラック 70 に沿ってガイドワイヤ 26 c を軸方向に並進させるのではなく、代替の従来の駆動機構（例えば、ピンチローラやキャタピラトラクタ）を使用して、トラック 70 に沿ってガイドワイヤ 26 c を軸方向に並進させてもよい。

【0088】

シャトル 72 a ～ 72 b の各々は、ガイドシース 26 a および作業カテテル 26 b のそれぞれに流体的に結合され、特に、流体源（例えば、生理食塩水および造影剤）と、制御された方法でそれぞれのシャトル 72 a ～ 72 b に取り付けられたガイドシース 26 a および作業カテテル 26 b との間の接続を可能にする、外側ケーシング 100 内のスレッド 90 に担持されるオンボード流体管理制御アセンブリ 110 を有する。ガイドワイヤ 26 c が取り付けられるシャトル 72 c は流体管理機能を有する必要はなく、したがってシャトル 72 c は流体管理制御アセンブリを有さないことに留意されたい。

【0089】

図示の実施形態では、各シャトル 72 a ～ 72 b のオンボード流体管理制御アセンブリ 110 は、回転可能な止血弁（RHV）112 と、RHV 112 と流体連通するフラッシュ

10

20

30

40

50

ュライン１１４と、ＲＨＶ１１２と流体連通して外側ケーシング１００に取り付けられたオンボード造影剤注入ポート１１６とを含む。ＲＨＶ１１２は、シャトル７２ａ～７２ｂのそれぞれの中に恒久的に組み込まれていてもよいが、好ましくは、シャトル７２ａ～７２ｂのそれぞれがＲＨＶ１１２を取り外し可能に受け入れる。このように、使用後にＲＨＶ１１２を廃棄し、新しいＲＨＶ１１２と交換して、シャトル７２ａ～７２ｂを再利用できるようにしてもよい。

【００９０】

図８を参照すると、ＲＨＶ１１２は、中央ルーメン１２０を有する円筒形チューブ１１８と、円筒形チューブ１１８の遠位端に回転可能に取り付けられた従来のオス型Ｔｏｕｈｙ－Ｂｏｒｓｔコネクタ１２２と、円筒形チューブ１１８に取り付けられ、円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０と流体連通する側部ルーメン１２６を有する側部アーム１２４とを具える。フラッシュライン１１４は側部アーム１２４の側部ルーメン１２０と流体連通するように側部アーム１２４に取り付けられ、オンボード造影剤注入ポート１１６は円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０と流体連通する。

【００９１】

Ｔｏｕｈｙ－Ｂｏｒｓｔコネクタ１２２は手で回転させることができ、あるいは、手で作動させるか、モータもしくは手動アクチュエータを介して遠隔駆動させることができる回転機構（以下でさらに詳細に説明する回転駆動機構９６の一部として）に係合され得る。ガイドシース２６ａの近位アダプタ３６または作業カテーテル２６ｂの近位アダプタ４６（図３に示す。）は、それぞれのシャトル７２ａまたはシャトル７２ｂのＴｏｕｈｙ－Ｂｏｒｓｔコネクタ１２２に結合されるように構成されており、円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０、したがって側部アーム１２４の側部ルーメン１２０が、近位アダプタ３６のルーメン４２または近位アダプタ４６のルーメン６２と流体連通し、したがって、ガイドシース２６ａの中央ルーメン３４または作業カテーテル２６ｂの中央ルーメン４４と流体連通するようになっている。Ｔｏｕｈｙ－Ｂｏｒｓｔコネクタ１２２は円筒形チューブ１１８に対して回転可能であるため、円筒形チューブ１１８および側部アーム１２４を回転させることなく、ガイドシース２６ａまたは作業カテーテル２６ｂをそれらの長手方向軸を中心に回転させることができる。

【００９２】

円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０は、（ＲＨＶ１１２がガイドシース２６ａが取り付けられるシャトル７２ａと関連づけられている場合）外側ケーシング１００の近位端に形成されたロード／アンロードポート８８を介して、あるいは（ＲＨＶ１１２が作業カテーテル２６ｂが取り付けられるシャトル７２ｂと関連づけられている場合）ガイドワイヤ２６ｃを介して、作業カテーテル２６ｂを受け入れる大きさになっている。ＲＨＶ１１２はさらに、作業カテーテル２６ｂの外面またはガイドワイヤ２４と、円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０との間の流体の流れをシールするために、円筒形チューブ１１８の中央ルーメン１２０内に配置された近位シール１２８ａおよび遠位シール１２８ｂを含む。ＲＨＶ１１２はさらに、回転すると遠位シール１２８ｂを作業カテーテル２６ｂまたはガイドワイヤ２６ｃの外面に対して圧迫するように構成された圧縮ナット１３０を含む。

【００９３】

すべての流体入力部は、各シャトル７２ａ～７２ｂに統合されていてもよいし、シャトル７２ａ～７２ｂに装填可能な別個の交換要素として存在していてもよい。図示の実施形態では、フラッシュライン１２２は、側部アーム１２４の側部ルーメン１２０と流体連通する外側ケーシング１００にハードマウントされており、生理食塩水バッグ（図示せず）に接続するためのメス型ルアーロックポート（図示せず）を有する。代替実施形態では、メス型ルアーロックポート（図示せず）を、側部アーム１２４の側部ルーメン１２０と流体連通するように外側ケーシング１００にハードマウントすることができ、この場合、オス型ルアー継手を有するフラッシュラインを、生理食塩水バッグをメス型ルアーロックポートに流体連通させることができる。メス型ルアーロックポートは、フラッシュラインが

接続されたオス型ルアーロック継手がメス型ルアーロックポートに結合されているときのみ生理食塩水の流れを可能にする内蔵隔壁を有することができる。

【0094】

図示の実施形態では、流体注入ポート124は、円筒形チューブ118の中央ルーメン120と流体連通するケーシング100にハードマウントされたメス型ルアーロックポートの形態をとる。オス型ルアー継手を有するチューブ（図示せず）は、メス型ルアーロックポートに造影剤を流体的に結合することができる。代替実施形態では、チューブは、円筒形チューブ118の中央ルーメン120と流体連通するように外側ケーシング100にハードマウントされ、造影剤源に接続するためのメス型ルアーロックポート（図示せず）を有する。メス型ルアーロックポートは、チューブが接続されたオス型ルアーロック継手がメス型ルアーロックポートに結合しているときのみ造影剤の流れを許容するように、内蔵隔壁を有し得る。任意の実施形態では、造影剤ボラスを供給するように構成された自動注入器を注入ポート124に接続して、造影剤注入を遠隔地、特に制御ステーション16から制御できるようにすることができる。

10

【0095】

生理食塩水と造影剤のガイドシース26aまたは作業カテーテル26bへの結合を管理するためのバルブシステム130（図6に示す）を用いることができる。このようなバルブシステム130は、3つの流路（フラッシュライン122、流体注入ポート124、および円筒形チューブ118の中央ルーメン112）のうちの任意の2つを接続することができる。バルブシステム130は、様々な異なるバルブタイプ（ストップコック、ボールバルブ、ピンチバルブ、ニードルバルブ、ダイヤフラムバルブ、ソレノイドバルブなど）を使用して構築され得るが、一般的には、物理的なレバー、スイッチ、押ボタンセレクタ、サムローラなどを使用して手動で操作される。あるいは、バルブシステム130は制御ステーション16で自動的に操作されてもよい。

20

【0096】

代替実施形態では、個別のバルブシステム130の代わりに、フラッシュライン122は逆流を防ぐための一方向弁を具える。したがって、注入ポート124から流体が注入されない限り、通常の生理食塩水の流れが常にフラッシュラインを通してRHV112に生じ、この場合、フラッシュライン122の一方向弁が生理食塩水の流れを阻止し、造影剤の注入のみがRHV112に生じる。

30

【0097】

RHV112および任意のバルブシステム130は、各シャトル72a~72bに恒久的に組み込まれてもよいし、シャトル72a~72bを処置ごとに洗浄して再使用可能にしつつ、必要な無菌要素および流体接続を処置ごとに交換できるように、例えば単一の交換可能モジュールに別個の交換要素として設計してもよい。シャトル72a~72bの再使用が望ましい場合、設計は、洗浄、交換可能な要素（流体処理コンポーネント、バッテリー、モータ、ギアなど）の再装着、機能の再テスト、再包装、再滅菌のために、病院内での洗浄または専用の再処理施設への返却を容易にするために特別に構成することができる。

。

【0098】

軸方向駆動機構92およびRHV112が同じ外側ケーシング100内に配置されているため、ガイドシース26aまたは作業カテーテル26bの使用不可能な長さ（すなわち、患者20に挿入できない長さ）が最小限に抑えられることを理解されたい。例えば、ガイドシース26aの使用不可能な長さは、動脈アクセスシース78が取り付けられるシースアンカー80の長さに等しく、一方、作業カテーテル26bの使用不可能な長さは、動脈アクセスシース78が取り付けられるシースアンカー80の長さのと、ガイドシース26aが取り付けられ作業カテーテル26bがそのRHV112の円筒形チューブ118の中央ルーメン120を介して摺動可能かつ回転可能に配置される外側ケーシング100の長さ（その外側ケーシング100内に収容されるRHV112の長さ程度）との合計に等しくあり得る。

40

50

【0099】

各シャトル72a～72bに関連付けられた回転駆動機構96は、ガイドシース26aまたは作業カテテル26bに直接係合してもよいが、一実施形態では、回転駆動機構96は、RHV112のTouhy-Borstコネクタ122を介してガイドシース26aまたは作業カテテル26bに間接的に係合する。他の実施形態では、回転アクチュエータ98と同様に回転駆動機構96の全体がRHV112に組み込まれる。最も近位のシャトル72cに関連付けられた回転駆動機構96は、ガイドワイヤ本体50の近位端52に取り付けられたコレット56を介してガイドワイヤ26cに直接係合してもよい。

【0100】

シャトル72a～72cのそれぞれに関連付けられた回転駆動機構96は、ガイドシース26a、作業カテテル26b、およびガイドワイヤ26cをそれぞれのスレッド90に対してそれらの長手方向軸を中心に回転させるように設計されているが、代替実施形態では、シャトル72a～72cの各々は、それぞれのシャトル72全体を、したがって各シャトル72に取り付けられたガイドシース26a、作業カテテル26b、およびガイドワイヤ26cのそれぞれを、トラック70に対してそれらの長手方向軸を中心に回転させる、オンボード回転駆動機構を含むことができる。ただし、この代替ケースでは、それぞれのシャトル72a～72cが病院環境に衝突することなくトラック70周りを自由に回転できるように、病院環境に対してトラック70を配置する必要がある。

【0101】

別の代替実施形態では、回転駆動機構および回転アクチュエータは、シャトル72a～72cのそれぞれに組み込まれるのではなく、シャトル72a～72cの1つまたは複数の外部にあってもよく、その場合、ガイドシース26a、作業カテテル26b、および／またはガイドワイヤ26cは、シャトル72a～72cに対して回転しないようにシャトル72a～72cに固定されてもよいが、代わりに、ガイドシース26a、作業カテテル26b、および／またはガイドワイヤ26cを回転させるために回転駆動機構がシャトル72全体を回転させてもよい。

【0102】

スレッド90と外側ケーシング100は、それぞれのシャトル72が病室環境、特にトラック70が置かれるであろうドレープ22に引っかかったり絡まったりしないような形状であることが好ましい。ドレープ22は処置台18と患者20の上に載置されるので、ドレープ22は常に平らではない。そのため、ドレープ22は折り重なったり束となったりするため、シャトル72がトラック70に沿って軸方向に並進する際に、シャトル72の形状が平らな面や鋭利なエッジを有する場合、シャトル72がドレープ22に引っかかり、それによって干渉運動が発生し、および／またはトラック70に望ましくない量の力がかかったりする。このような場合、トラック70がシースアンカー80から引き抜かれたり、さらに悪いことに、動脈アクセスシース78が患者20から引き抜かれたりする可能性がある。そのため、スレッド90と外側ケーシング100は滑らかなエッジを有し、ドレープ22がスレッド90や外側ケーシング100に引っかかるのではなく逸れるようにすることが好ましい。

【0103】

一般に、軸方向の圧縮力に応答して脱出するのに十分に大きな最近位シャトル72cと中間シャトル72bとの間の露出長を有さないガイドワイヤ26cが取り付けられる最近位のシャトル72cとは対照的に（実際、最近位シャトル72cは、プラグ108とロード／アンロードポート88の嵌合を介して中間シャトル72bに差し込まれ得るので、露出長さを有さない）、最遠位シャトル72aとシースアンカー80との間のガイドシース26aの任意の時間における露出長、または中間シャトル72bと最遠位シャトル72aとの間の作業カテテル26bの任意の時間における露出長は、軸方向の圧縮力に応答してガイドシース26aまたは作業カテテル26bが脱出するのに十分な長さであり得る。

【0104】

したがって、シャトル 72 a ~ 72 b のそれぞれは、スレッド 90 に担持され、ガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b のそれぞれに加えられる軸方向圧縮にตอบสนองしてガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b のそれぞれが脱出するのを防止する（例えば、それぞれのシャトル 72 a ~ 72 b が遠位方向に軸方向移動したときにガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b が脱出するのを防止する、またはシャトル 72 a が近位方向に軸方向移動したときに作業カテーテル 26 b が脱出するのを防止する）ように構成された座屈防止機構 132 を含む。座屈防止機構 132 は、それぞれのシャトル 72 a ~ 72 b のスレッド 90 または外側ケーシング 100 に硬く固定されていてもよいし、取り外し可能に固定されてもよい。重要なことは、ガイドシースまたは作業カテーテルの脱出を防止するための固定長の支持とは対照的に、座屈防止機構 132 は、座屈防止機構 132 が取り付けられるそれぞれのシャトル 72 a ~ 72 b に取り付けられたガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b に対して可変長の支持を提供し、これによってガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b の未使用の長さを最小限に抑え、カテーテルの重なりの問題を回避することができることである。

10

【0105】

図示の実施形態では、座屈防止機構 132 は、収容ハウジング 134 と、圧縮荷重下でガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b が座屈するのを防止するために、交互に収容ハウジング 134 内に巻き上げられ（ロールアップ）、収容ハウジング 134 から巻き出し（ロールアウト）されてその直線寸法が変化するように構成された軸方向分割シース 136 とを具える。収納ハウジング 134 は、血管内管理および追跡システム 14 の他の要素や病室環境との絡みや干渉を防ぐために、軸方向分割シース 136 を収納するように構成されている。

20

【0106】

さらに図 9 ~ 10 を参照すると、軸方向分割シース 136 は、近位端（図示せず）および遠位端 142（図 6 に示す）を有する細長い管状本体 138 と、管状本体 138 の近位端と遠位端 142 との間に延びる中央ルーメン 144 と、管状本体 138 の近位端 140 と遠位端 142 との間に軸方向に延びる分割部 146 とを含む。

【0107】

軸方向分割シース 136 は、管状状態と扁平状態との間を移行可能である。したがって、任意の時点で、軸方向分割シース 136 の遠位部分 148 a は管状状態にあり、軸方向分割シース 136 の近位部分 148 b は扁平状態にある。軸方向分割シース 136 はまた、管状の遠位部分 148 a と扁平の近位部分 148 b との間に、完全に管状状態でも完全に扁平状態でもない移行部分 148 c を有する。軸方向分割シース 136 の長さは一定であるため、軸方向分割シース 136 が収納ハウジング 134 から巻き出されると、管状の遠位部分 148 a は長くなる一方で扁平の近位部分 148 b は短くなり、軸方向分割シース 136 が収納ハウジング 134 内に巻き取られると、扁平の近位部分 148 b は長くなる一方で短くなることが理解されたい。

30

【0108】

一実施形態では、軸方向分割シース 136 は、収容ハウジング 134 から巻き出されたときには管状状態となり、しかし収容ハウジング 134 内に巻き取られたときには扁平状態になるように予め成形されたエラストマーまたは形状回復可能な材料でなる。例として、軸方向分割シース 136 の構造は、単純なエラストマータチューブ、ワイヤ／ブレード補強チューブ（特に、円筒形状に形状回復したワイヤを有するもの）、レーザカットチューブ（特に、硬質ポリマー、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、PI、厚いポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等から、ばね鋼、ニチノール等の 1 % を超える降伏ひずみを有する金属までの範囲の硬質材料を使用するもの）であり得る。このようにして、扁平の近位部分 148 b は、以下にさらに詳細に説明される扁平化機構によって加えられるような外力が存在する場合にのみ、扁平状態になる。

40

【0109】

別の実施形態では、軸方向分割シース 136 は、軸方向分割シース 136 が双安定構造

50

を有するように、管状状態と扁平状態の両方を有するように予成形されてもよい。軸方向分割シース136は、適切な材料、例えば、ポリマーでラミネートまたは含浸された炭素繊維複合材料で構成されてもよく、双安定構造を有するように予め成形されていてもよい。そうすると、軸方向分割シース136は、外力の印加によって軸方向分割シース136が扁平状態に移行するまで管状形状を維持し、同様に、軸方向分割シースは、外力の印加によって軸方向分割シース136が扁平状態から管状状態に移行するまで扁平状態を維持する。このようにすると、軸方向分割シース136の扁平の近位部分148bは、管状状態に移行しようとはせず、したがって完全に扁平状態に留まる。したがって、単に軸方向分割シース136を収納ハウジング134の方へ押し込むだけで、軸方向分割シース136を収納ハウジング134の中でより密に巻き上げて、よりコンパクトな形状にすることができる。このようにして、軸方向分割シース136は、軸方向分割シース136に他の方法で張力をかける電動巻き取り機構を必要とせずに、より安定して収納ハウジング134から展開され収納ハウジング134内に巻き取られ、巻き取られたときに扁平状態を維持する。

10

20

30

40

50

【0110】

図6および11A～11Dを参照すると、管状本体138の遠位端142はある位置に取り付けられており、軸方向分割シース136の管状遠位部分148aが、それぞれのシャトル72と当該位置との間の距離が増大すると（すなわち、それぞれのシャトル72が取付位置から離れるように軸方向に並進されるか、取付場所がそれぞれのシャトル72から離れるように軸方向に並進されると）、管状本体138の遠位端142は長くなり、それぞれのシャトル72と当該位置との間の距離が減少すると（例えば、それぞれのシャトル72が取付位置の方へ軸方向に並進されるか、取付位置がそれぞれのシャトル72の方へ軸方向に並進されると）短くなる。

【0111】

図示の実施形態では、最遠位のシャトル72aに関連付けられた管状本体138の遠位端142の取付位置は、患者20に対する位置であって、例えば、患者20のアクセス部位またはその近傍でトラック70の遠位端74を取り付けるのに使用されるシースアンカー80に関連する位置であり、中間シャトル72b（「先行シャトル」）に関連する管状本体138の遠位端142の取付位置は、最遠位シャトル72a（「後続シャトル」）である。この目的のために、座屈防止機構132はさらに、管状本体138の遠位端142にオス型コネクタ150（例えば、クリップまたはプラグ）を具え、これはシースアンカー80の近位端内に配置されたロード／アンロードポート82に取り外し可能に嵌合し、それによってシースアンカー80への堅固な取り付け点を提供し（座屈防止機構132が、最遠位シャトル72aに取り付けられたガイドシース26aの支持を提供する場合）、あるいは、最遠位シャトル72aの外側ケーシング100の近位端に形成されたロード／アンロードポート88に取り外し可能に嵌合し、それによって最遠位シャトル72aに強固な取り付け点を提供する（座屈防止機構132が中間シャトル72bに取り付けられた作業カテテル26bの支持を提供する場合）。座屈防止機構132は管状本体138の遠位端142の取付手段を提供するだけでなく、最遠位シャトル72aの座屈防止機構132はガイドシース26aをシースアンカー80のロード／アンロードポート82にスムーズに入るように位置決めし、中間シャトル72bの座屈防止機構132は作業カテテル26bを最遠位シャトル72aのロード／アンロードポート88にスムーズに入るように位置決めする。

【0112】

したがって、最遠位シャトル72aが近位方向150aかつ中間シャトル72bの方に軸方向に並進されると、最遠位シャトル72aに関連する軸方向分割シース136の遠位部分148は長くなり、中間シャトル72bに関連する軸方向分割シース136の遠位部分148は短くなる（図11A参照）。対照的に、最遠位シャトル72aが遠位方向150bに軸方向に並進して中間シャトル72bから離れると、最遠位シャトル72aに関連する軸方向分割シース136の遠位部分148は短くなり、中間シャトル72bに関連す

る軸方向分割シース136の遠位部分148は長くなる(図11B参照)。中間シャトル72bが遠位方向150cかつ最遠位シャトル72aの方に軸方向に並進すると、中間シャトル72bに関連する軸方向分割シース136の遠位部分148が短くなる(図11C参照)。対照的に、中間シャトル72bが近位方向150dに軸方向に並進し、最遠位シャトル72aから離れると、中間シャトル72bに関連する軸方向分割シース136の遠位部分148が長くなる(図11D参照)。

【0113】

管状本体138の裂け目146は、管状本体138がリボン状に開くように横方向に拡張することによって、軸方向分割シース136を扁平状態に配置しやすくする役割を果たすことを理解されたい。管状本体138の裂け目146は中央ルーメン144を露出させる役割も果たし、それによってガイドシース26aまたは作業カテーテル26bが、軸方向分割シース136の管状の遠位部分148aと移行部分148cとの間の境界で露出した中央ルーメン144内に横方向に装填可能になる。中央ルーメン144は、ガイドシース26aまたは作業カテーテル26bを摺動可能に受け入れる大きさであり、軸方向分割シース136がガイドシース26aまたは作業カテーテル26bに支持を提供するようになっている。軸方向分割シース136は横方向に可撓性であり得るが、軸方向分割シース136は、シャトル72a~72bの軸方向変位によって生じる軸方向圧縮力がガイドシース26aまたは作業カテーテル26bに加えられたときに、管状の遠位部分148aがガイドシース26aまたは作業カテーテル26bの脱出を防止するような十分な柱状強度を有することが好ましい。

【0114】

シャトル72a~72bのそれぞれが、ガイドシース26aおよび作業カテーテル26bのそれぞれを遠位方向に軸方向並進させると、軸方向分割シース136の管状の遠位部分148aが長くなって、移行部分148cにおいてそれぞれのガイドシース26aまたは作業カテーテル26bを包み込む。対照的に、シャトル72a~72bのそれぞれがガイドシース26aおよび作業カテーテル26bのそれぞれを遠位方向に軸方向並進させると、軸方向分割シース136の管状の遠位部分148aが長くなって、移行部分148cにおいてそれぞれのガイドシース26aまたは作業カテーテル26bから剥離する。

【0115】

様々な実施形態において、座屈防止機構132は、軸方向分割シース136が収納ハウジング内に巻き取られる際に管状状態から扁平状態に移行させるための扁平化機構(例えば、ローラ、ピン、矩形オリフィス等)と、収納ハウジングから展開される際に軸方向分割シース136を扁平状態から管状状態に移行させるためのチューブ形成機構(例えば、円弧状当接面)と、軸方向分割シース136を巻き取るための巻き取りスプールと、の任意の適切な構成を有し得る。

【0116】

例えば、図12Aを参照すると、座屈防止機構132aの一実施形態は、軸方向分割シース136の扁平の近位部分148bを交互に巻き取り繰り出すように構成された巻き取りリール152を具える。この実施形態では、巻き取りリール152はケーシング100の外側に配置され、トラック70が延びる面に平行な回転軸(図面から出ている)を有する。座屈防止機構132aは、さらに、軸方向分割シース136が間に緊密配置される一対のピンチローラ154a、154bの形態の扁平化機構を含む。このようにして、軸方向分割シース136は、軸方向分割シース136がシャトル72に対して近位方向150'に軸方向並進するとき(すなわち、軸方向分割シース136の巻き取り時)、ピンチローラ154a、154b間の接触点で扁平状態から管状状態に移行し、軸方向分割シース136がシャトル72に対して遠位方向150''に軸方向並進するとき(すなわち、軸方向分割シース136の繰り出し時)、ピンチローラ154a、154b間の接触点で扁平状態から管状状態に移行する。したがって、軸方向分割シース136の扁平の近位部分148bはピンチローラ154a、154bから近位側に延び、次に軸方向分割シース136の移行部分148cとなり、次いで管状の遠位部分148aがピンチローラ154a、

154bから遠位側に延びる。

【0117】

この実施形態において、軸方向分割シース136は、シャトル72に対して軸方向分割シース136が遠位方向150”に軸方向並進するとき、扁平状態から管状状態に自然に移行するように、外力がない場合に管状になるように予め成形されていてもよい。細長い医療器具26（例えば、ガイドシース26aおよび作業カテーテル26b）は、軸方向分割シース136の管状の遠位部分148aと移行部分148cとの間の境界部で、露出した中央ルーメン144内に装填することができる。

【0118】

図12Bを参照すると、座屈防止機構132bの別の実施形態は、図12Aの座屈防止機構132aと類似しているが、巻き取りリール152がケーシング100の内側に配置されている点異なる。座屈防止機構132bはさらに、ピンチローラ154a、154bの遠位にあって、軸方向分割シース136が配置されるチューブ形成機構156を具える。図12Aに関して上述したのと同じ方法で、軸方向分割シース136は、軸方向分割シース136がシャトル72に対して近位方向150’に軸方向並進するとき（すなわち、軸方向分割シース136の巻き取り時）、ピンチローラ154a、154b間の接触点で管状状態から扁平状態に移行する。しかしながら、軸方向分割シース136がシャトル72に対して遠位方向150”に軸方向並進するときは（すなわち、軸方向分割シース136の巻き出し時）、ピンチローラ154a、154b間の接触点で扁平状態から管状状態に移行するのではなく、チューブ形成機構156において扁平状態から管状状態に移行する。したがって、軸方向分割シース136の扁平の近位部分148bはピンチローラ154a、154bから近位側に延び、一方、軸方向分割シース136の移行部分148cはピンチローラ154a、154bとチューブ形成機構156との間に延び、軸方向分割シース136の管状の遠位部分148aはチューブ形成機構156から遠位側に延びる。

【0119】

この実施形態において、軸方向分割シース136は、軸方向分割シース136がシャトル72に対して近位方向150’に軸方向移動したときにピンチローラ154a、154bによって加えられる外力にのみ応答して管状状態から扁平状態に移行し、かつ、軸方向分割シース136がシャトル72に対して遠位方向150”に軸方向移動したときにチューブ形成機構156によって加えられる外力にのみ応答して扁平状態から管状状態に移行するように、双安定であってもよい。座屈防止機構132bはさらに、軸方向分割シース136の扁平の近位部分148bが当接するアイドルローラ158を具え、これによりケーシング100の内側に配置される巻き取りリール152に向けられるようになっている。

【0120】

図12Cを参照すると、座屈防止機構132cのさらに別の実施形態は、ピンチローラ154a、154bと巻き取りリール152との間の距離が大きいことを除いて、図12Bの座屈防止機構132bと同様である。

【0121】

図12Dを参照すると、座屈防止機構132dのさらに別の実施形態は、図12Aの座屈防止機構132aと同様であるが、巻き取りリール152がケーシング100の外側に配置され、トラック70が延びる面と直交する回転軸（図面から出ている）を有する点異なる。

【0122】

図示された実施形態では、軸方向分割シース136は、シャトル72a～72bのそれぞれに関連付けられた収容ハウジング134内に受動的な態様で巻き取られるように構成されている。すなわち、座屈防止機構132は、収容ハウジング134内に、軸方向分割シース136を積極的に引っ張って（すなわち、巻き取って）収容ハウジング134内に収納する機構を有していない。代わりに、最遠位シャトル72aが遠位方向150”に軸方向に並進されるときに最遠位シャトル72aに関連する軸方向分割シース136に加え

られる外部圧縮力、および中間シャトル 7 2 b と遠位シャトル 7 2 a が互いに対して軸方向に変位されるときに中間シャトル 7 2 b に関連する軸方向分割シース 1 3 6 に加えられる圧縮力によって、それぞれの軸方向分割シース 1 3 6 が収容ハウジング 1 3 4 内に巻き取られる。

【0123】

代替の実施形態では、収容ハウジング 1 3 4 は、遠位シャトル 7 2 a および中間シャトル 7 2 b の前後運動に応答して、収容ハウジング 1 3 4 の内外への軸方向分割シース 1 3 6 の反復的な巻き取りおよび繰り出しの際に、軸方向分割シース 1 3 6 の扁平の近位部分 1 4 8 b が接触して緊密な形態を維持するようにする受動的な収納力を加えるための巻き取りバイアス機構（図示せず）を含んでもよい（図示の実施形態では、最遠位シャトル 7 2 a が遠位方向に軸方向並進しているとき、または中間シャトル 7 2 b および遠位シャトル 7 2 a が互いに対して軸方向変位しているとき）。このような受動的な収納力がなければ、軸方向分割シース 1 3 6 の巻かれた扁平の近位部分 1 4 8 b のサイズ（すなわち、直径）が収納ハウジング 1 3 6 内の割り当てられたスペースより大きくなり、それによって収納ハウジング 1 3 4 の内外への軸方向分割シース 1 3 6 の巻き取りや繰り出しが妨げられる可能性がある。このような受動的な収納力は、ガイドシース 2 6 a または作業カテテル 2 6 b の患者 2 0 内への無制限な移動を防止するように、好ましくは収納ハウジング 1 3 4 内での軸方向分割シース 1 3 6 の巻き取り（すなわち、管状遠位部分 1 4 8 a の短縮）を妨げないようにバイアスすることなく、軸方向分割シース 1 3 6 の偏向や開放が妨げられないようにバイアスされることが好ましい。

10

20

【0124】

以下にさらに詳述するように、座屈防止機構のいくつかの実施形態は、軸方向分割シース 1 3 6 にそのような受動的収納力を加えてもよい。他のより複雑な実施形態では、巻き取りバイアス機構は、軸方向分割シース 1 3 6 の扁平の近位部分 1 4 8 b に一定の張力を加える引張バネ（図示せず）またはモータ（図示せず）を具えてもよい。それぞれの軸方向分割シース 1 3 6 に一定の張力を加えるためにモータが使用され、かつ、トラック 7 0 に沿って遠位シャトル 7 2 a または中間シャトル 7 2 b を軸方向に並進させる軸方向駆動機構 9 2 を作動させるために使用される軸方向アクチュエータ 9 4 がモータである場合、軸方向分割シース 3 2 が巻き取りまたは繰り出しする速度が、トラック 7 0 に沿って軸方向に並進されるときにそれぞれのシャトル 7 2 の速度と一致するように、両方のモータが互いに一致するように割り出すことができる。

30

【0125】

任意の実施形態では、シャトル 7 2 a ~ 7 2 b のいずれか一方または両方に関連付けられた座屈防止機構 1 3 2 は、シャトル 7 2 a ~ 7 2 b を軸方向に並進させるためのアクチュエータおよび軸方向駆動機構としてさらに機能してもよい。この場合、座屈防止機構 1 3 2 の軸方向分割シース 1 3 6 が上述の軸方向駆動機構 9 2 の代わりになってもよく、一方、座屈防止機構 1 3 2 の収納ハウジング 1 3 4 内のモータ（図示せず）が上述の電動アクチュエータ 9 4 の代わりになってもよい。このように、軸方向分割シース 1 3 6 は、シャトル 7 2 a ~ 7 2 b のそれぞれを軸方向に並進させながら、軸方向分割シース 1 3 6 を収容ハウジング 1 3 4 内に巻き取り、かつ、軸方向分割シース 1 3 6 を収容ハウジング 1 3 4 から繰り出すように作動させるように構成されており、一方、収容ハウジング 1 3 4 内のモータは、マスタ入力装置 1 9 4 によって生成された制御信号に응答して、軸方向分割シース 1 3 6 を作動させるように構成される。軸方向駆動機構として使用される場合、軸方向分割シース 1 3 6 は、軸方向分割シース 1 3 6 が各シャトル 7 2 a ~ 7 2 b 用の収容ハウジング 1 3 4 から繰り出されるときに圧縮下で脱出しないような、必要な柱状強度を有することが好ましい。

40

【0126】

最遠位シャトル 7 2 a の場合、軸方向分割シース 1 3 6 の収容ハウジング 1 3 4 への能動的な巻き取りは、最遠位シャトル 7 2 a と患者 2 0 に対して固定された位置（例えば、患者 2 0 のアクセス部位またはその近傍でトラック 7 0 の遠位端 7 4 を固定するために使

50

用されるシースアンカー 80) との間の軸方向分割シース 136 内に軸方向の張力を引き起こし、それによって、次に、最遠位シャトル 72 a を遠位方向に軸方向に並進させる。対照的に、収容ハウジング 134 からの軸方向分割シース 136 の能動的な繰り出しは、最遠位シャトル 72 a と患者 20 に対して固定された位置（例えば、患者 20 のアクセス部位またはその近傍でトラック 70 の遠位端 74 を固定するために使用されるシースアンカー 80) との間で軸方向分割シース 136 内に軸方向の圧縮を引き起こし、それによって、次に、最遠位シャトル 72 a を近位方向 150' に軸方向に並進させる。

【0127】

中間シャトル 72 b の場合、軸方向分割シース 136 の収容ハウジング 134 への積極的な巻き取りは、中間シャトル 72 b と最遠位シャトル 72 a との間の軸方向分割シース 136 内に張力を引き起こし、それによって、中間シャトル 72 b を遠位方向に軸方向に並進させる。対照的に、収容ハウジング 134 からの軸方向分割シース 136 の能動的な繰り出しは、中間シャトル 72 b と最遠位シャトル 72 a との間の軸方向分割シース 136 内の軸方向の圧縮を引き起こし、それによって、中間シャトル 72 b を近位方向 150' に軸方向に並進させる。

【0128】

図 12 A ~ 12 D に示す座屈防止機構 132 の使用は、図 1 ~ 2 に示す血管内管理および追跡システム 14 におけるガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b の座屈を防止するのに適しているが、このような座屈防止機構 132 は、トラック上を軸方向に並進するシャトルを利用しない従来の駆動システムを含む他のタイプのカテーテル駆動システムにも使用できることを理解されたい。

【0129】

さらに、収納ハウジングの内外に交互に巻き取りおよび繰り出しされる軸方向分割シースの使用は、トラック 70 に沿ったシャトル 72 a ~ 72 b の軸方向変位に応答してガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b が軸方向圧縮を受けるときに、ガイドシース 26 a および作業カテーテル 26 b を支持し、脱出を防止するためのエレガントで単純な解決策を提供するが、座屈防止機構の代替実施形態は、図 1 ~ 2 に図示す血管内管理および追跡システム 14 に取り付けられたときに、ガイドシース 26 a または作業カテーテル 26 b に可変長の支持を提供するための他の手段を使用してもよい。上述した座屈防止機構 132 とほぼ同じ方法で、これらのシザー機構のそれぞれの遠位端は、ある位置（例えば、最遠位シャトル 72 a に関連する場合はシースアンカー 80、中間シャトル 72 b に関連する場合は最遠位シャトル 72 a）に取り付けられ、それぞれのシャトル 72 がその位置から離れる方向に軸方向並進するとこれらの座屈防止機構が長くなり、それぞれのシャトル 72 がその位置に向かう方向に軸方向並進するとき短くなる。

【0130】

座屈防止機構 132 - 1 の代替的な一実施形態は、延長（図 13 A）または伸縮（図 13 B）が可能なシザー機構 160 を具える。シザー機構 160 は、2 つの一連のヒンジ付きリンク 162 a、162 b を含み、これらはヒンジ付きリンク 162 a、162 b の中間点 164 で相互接続され、互いから離れるようにヒンジ動作してシザー機構 160 を長くするか、互いに向かってヒンジ動作してシザー機構 160 を短くする。座屈防止機構 132 - 1 は、ガイドカテーテル 24 または作業カテーテル 26 b が摺動可能に配置されるシザー機構 160 の長さに沿って取り付けられた一連のループ 166 を具え得る。

【0131】

座屈防止機構 132 - 2 の別の代替実施形態は、伸長（図 14 A）または短縮（図 14 B）が可能なリニアスライド機構 168 を具える。リニアスライド機構 168 は、リニアスライド機構 168 を延長または短縮するために互いに相対的にスライドする複数の剛性リニアスライド 170 a ~ 170 c を具える。座屈防止機構 170 - 2 は、ガイドカテーテル 24 または作業カテーテル 26 b が摺動可能に配置されるリニアスライド機構 168 の長さに沿って取り付けられた一連のループ 172 を具え得る。

【0132】

10

20

30

40

50

座屈防止機構 132-3 のさらに別の代替実施形態は、伸長（図 15 A）および短縮（図 15 B）可能な伸縮機構 174 を具える。伸縮機構 174 は、伸縮機構 174 を延長または短縮するために、互いに摺動可能に嵌合する複数の中空シリンダ 176 a ~ 176 c を具える。伸縮機構 174 は、ガイドカテーテル 24 または作業カテーテル 26 b が摺動可能に配置される中央ルーメン 178（点線で示す）を具える。

【0133】

座屈防止機構 132-4 のさらに別の代替実施形態は、延長（図 16 A）および短縮（図 16 B）が可能なアコーディオン機構 180 を具える。アコーディオン機構 180 は、折り目が互いに離れてアコーディオン機構 180 を伸張するか、互いに向かって折り畳まれてアコーディオン機構 180 を短縮するための複数のセクション 182 を具える。アコーディオン機構 180 は、ガイドカテーテル 24 または作業カテーテル 26 b が摺動可能に配置される中央ルーメン 184 を具える。

【0134】

座屈防止機構 132-5 のさらに別の代替実施形態は、伸長（図 17 A）および短縮（図 17 B）が可能なリニアスプリング機構 186 を具える。リニアスプリング機構 186 は、リニアスプリング機構 186 を伸張するために互いに離れ、またはリニアスプリング機構 186 を短縮するために互いに近づくように変位可能な複数のコイル 188 を具える。リニアスプリング機構 186 は、ガイドカテーテル 24 または作業カテーテル 26 b が摺動可能に配置される中央ルーメン 190 を備えている。

【0135】

同軸血管内アセンブリ 12 の代替実施形態では、同軸血管内アセンブリ 12 が座屈しにくくなるように、作業カテーテル 24 および／またはガイドワイヤ 26 を補強してもよい。この場合、シャトル 72 a ~ 72 b の一方または両方は、座屈防止機構 132 を使用しないでもよい。

【0136】

一実施形態では、アクチュエータ 94、98 が電動式である場合、シャトル 72 a ~ 72 c の各々は、アクチュエータ 94、98 によって駆動機構 92、96 に与えられる力またはトルクを測定するセンサを含んでもよく、それによって触覚インターフェースに返信され得る運動に対する抵抗の感知が可能になり、以下にさらに詳述するように、入力コマンドが制御ステーション 16 を介して提供されると、制御ステーション 16 を介してオペレータ 24 に触覚フィードバックを伝達する。

【0137】

血管内管理および追跡システム 14 と制御ステーション 16 との間およびその内部での通信は、有線接続、無線接続、またはそれらの組み合わせを通じて行うことができる。すべての標準的な通信アーキテクチャ（例えば、イーサネット、USB、Wi-Fi、Bluetooth、FireWire など）およびすべてのデータ転送プロトコルが、制御ステーション 16 がすべての通信（ポイントツーポイント）を管理するような集中制御、または血管内管理および追跡システム 14 と制御ステーション 16 が協調して互いに通信するマイクロローカルネットワークのいずれかを形成することが想定されている。血管内管理および追跡システム 14 と制御ステーション 16 との間のデータストリームは、例えば、モータ／アクチュエータコマンド、シャトルベースのユーザ入力コマンド、フロースイッチコマンド、軸方向トラック位置感知出力、力／トルクセンサ出力、流体流量出力、圧力センサ出力などの情報を含み得る。

【0138】

以下にさらに詳述するように、制御ステーション 16 はケーブルを介して血管内管理および追跡システム 14 に接続することができ、それによって制御ステーション 16 と血管内管理および追跡システム 14 との間で信号を転送できる 1 つまたは複数の通信リンクを提供する。あるいは、制御ステーション 16 は血管内管理および追跡システム 14 に無線で接続されてもよい。例えば、制御ステーション 16 は地理的に離れた場所に配置することができ、通信は少なくとも部分的にはインターネットなどの広域ネットワークを介して

10

20

30

40

50

行われる。また、制御ステーション 16 は、ローカルエリアネットワーク、地理的に離れた場所に配置されていないあるいは無線ネットワークを介して血管内管理および追跡システム 14 に接続されもよい。

【0139】

図 6 を参照すると、一実施形態では、電源および通信ケーブル 192 a が制御ステーション 16 をシャトル 72 a ~ 72 c の 1 つに接続し、電源および通信ケーブル 192 b ~ 192 c がそのシャトルをデ이지チェーン方式で残りのシャトルに結合する。例えば、電源および通信ケーブル 192 a は、制御ステーション 16 を最遠位シャトル 72 a に結合することができ、これにより、先行シャトル（例えば、中間シャトル 72 b または最近位シャトル 72 c）がトラック 70 にロード／アンロードされる際に、制御ステーション 16 と血管内管理および追跡システム 14 との間で電源および通信を維持することができる。他の実施形態では、別個の電源および通信ワイヤが制御ステーション 16 をシャトル 72 a ~ 72 c に個別に結合してもよい。代替実施形態では、電源および通信ケーブル 192 c を使用するのではなく、最近位シャトル 72 c の雄プラグ 108 と中間シャトル 72 b のロード／アンロードポート 88 との間の電氣的結合を介して、電源および通信を医療用シャトル 72 b から近位シャトル 72 c に供給することができる。

【0140】

別の実施形態では、トラック 70 は少なくとも導電性材料で構成され、電源に結合されて、トラック 70 が通電し得るようになっている。このようにして、通電したトラック 70 からシャトル 72 a ~ 72 c に（例えば、直接摺動接点または誘導結合を介して）電力を伝達することができる。さらに別の実施形態では、シャトル 72 a ~ 72 c はそれぞれ、再使用可能な電池または使い捨て電池によって電力供給されてもよい。これらの場合、データは、それぞれのシャトル 72 a ~ 72 c と制御ステーション 16 との間の個々の無線通信リンク（例えば、無線周波数（RF）、マイクロ波、赤外線（IR）、トラック 70 を介した誘導結合、または他の無線伝送リンク）を介して、および／またはシャトル 72 a ~ 72 c 間の無線通信リンクを介して、それぞれのシャトル 72 a ~ 72 c へ、またはシャトル 72 a ~ 72 c から転送され得る。

【0141】

図 1 および図 2 に戻ると、制御ステーション 16 は血管内管理および追跡システム 14 に機能的に連結されたマスタ入力装置 194 を具える。オペレータ 24 は、マスタ入力装置 194 と相互作用して、血管内管理および追跡システム 14 をマスタ／スレーブ配置で操作し得る。このため、マスタ入力装置 194 は、オペレータ 24 が血管内管理および追跡システム 14 を遠隔操作して、患者 20 に対してカテーテルを用いた医療処置をリアルタイムで行うことができるように構成されている。例えば、マスタ入力装置 194 は、血管内管理および追跡システム 14 に、同軸血管内アセンブリ 12 を使用した様々なタスク（例えば、ガイドシース 26 a、作業カテーテル 26 b、およびガイドワイヤ 26 c の互いに対する前進、後退、回転、任意の操縦など）を実行させるように構成され得る。

【0142】

制御ステーション 16 はさらに、例えばテキストや数値、オン／オフ情報など、ステータスおよび／または非物理的もしくは非動作入力を表示するように構成された制御パネル 196（例えば、パッドまたはオンスクリーンタッチ制御）を含む。例えば、制御パネル 196 は、医師が一般的な設定を変更したり、シャトル 72 の各々を細長い医療器具 26 の特定の 1 つに関連付けることを含むシャトル 72 の各々に対するライブラリをセットアップしたり、細長い医療器具 26 の間の同期運動を提供するためにシャトル 72 のいずれかを互いに連結したりできるように構成され得る。任意選択で、制御パネル 196 は、オペレータ 24 が、個々のシャトルのロック（以下でさらに詳細に説明する）、シャトル 72 の同期、動作の方向および比率などの同期パラメータの変更、作業カテーテル 26 b を使用した介入／診断機能の実行（例えば、ステント送達、バルーン膨張、心内膜組織のアブレーション／マッピング、超音波イメージング、血管のアテローム切除術、動脈瘤への血管閉塞デバイスの送達、造影剤／薬剤の送達、または作業カテーテル 26 b が設計さ

れている他の医療機能の実行)などの非リアルタイム機能を実行可能である。

【0143】

制御パネル196、あるいは別個のグラフィック・ディスプレイ(図示せず)は、ロボット血管内システム10の様々な態様を任意に表示することができる。例えば、同軸血管内組立体12の遠位端の画像を制御パネル196にリアルタイムで表示して、患者20の血管系内に配置されている細長い医療器具26の現在の向きをオペレータ24に提供してもよい。グラフィカルディスプレイ78はまた、オペレータ24に患者固有の情報(例えば、画像データ(例えば、X線画像、MRI画像、CT画像、超音波画像など)、血行力学データ(例えば、血圧、心拍数など)、および患者記録情報(例えば、病歴、年齢、体重など))を表示するように構成されてもよい。例えば、制御ステーション16は、血管造影システム(図示せず)またはその表示コンポーネントとインターフェースして、制御ステーション16(例えば、制御パネル196)が血管造影システムからの情報や画像を表示することができ、その逆も可能であり得る。さらに、制御ステーション16(例えば、制御パネル196)は、処置台18を移動させたり、X線カメラ／線源の位置を変更したりするためのコマンドを血管造影システムに送信するための入力を受け取るように構成されてもよい。制御ステーション16(例えば、制御パネル196)は、パワーインジェクタや輸液ポンプなどの他の補助装置を制御またはトリガするように構成されていてもよい。

10

【0144】

図示の実施形態では、制御ステーション16はクランプ機構198を介して処置台18に固定されている。クランプ機構198、あるいは別のクランプ機構(図示せず)を用いて、トラック70の近位端76を固定することができる(図6に示す)。制御ステーション16は、単一点での取り付けにより、手術室環境において貴重なスペースを占有することなく、必要に応じて台や同様の面にクランプすることができる。別の実施形態では、制御ステーション16は、通信、処理、および介入医が血管内管理および追跡システム14とインターフェースすることにより、放射線照射野の外で血管内管理および追跡システム14から遠隔にセットアップすることができる。

20

【0145】

マスタ入力装置194は、シャトル72を介してそれぞれの細長い医療器具26の動きをそれぞれ制御するための複数のコントローラを具え得る。それぞれの細長い医療器具26のすべての動作は、マスタ入力装置194の複数のコントローラによって独立して制御することができ、あるいは、それぞれの細長い医療器具26の少なくとも2つの動作が互いにリンクされて、マスタ入力装置194の複数のコントローラのうちの1つによる細長い医療器具26のうちの1つの制御が、リンクされた動作(軸方向並進または回転移動のいずれか)にしたがって細長い医療器具26のうちの別の1つを制御するように、リンクされた動作(例えば、1:1のリンク動作)を提供するようにしてもよい。

30

【0146】

図18に示す1つの有利な実施形態では、マスタ入力装置194は、個々の制御要素200a~200cの線形アレイと、制御要素200a~200cが軸方向および回転方向に摺動可能な(すなわち、レール202の長手方向軸204に沿って軸方向に並進し、かつレール202の長手方向軸204を中心として回転方向に進む)レール202とを具える。細長い医療器具26a~26cを独立して操作するために、個々の制御要素200a~200cの線形アレイを使用すると、手動のカテーテル検査器具操作の状況で使用されるのと同様の動作を用いるため、医師は慣れ親しんだ直感的な血管内処置を行うことができる。すなわち、オペレータ24は、制御要素200a~200cのうちの1つを把持し、把んだ制御要素をレール202の長手方向軸204に沿って(近位側または遠位側のいずれかに)移動させて、把持された制御要素200によって制御される細長い医療器具26を(近位側または遠位側のいずれかに)軸方向に並進させたり、あるいは、把んだ制御要素をレール202の長手方向軸204を中心に(時計回りまたは反時計回りのいずれかに)回転させて、把持された制御要素200によって制御される細長い医療器具26を(

40

50

時計回りまたは反時計回りのいずれかに) 回転移動させることができる。

【0147】

レール202は、制御要素200a~200cに2自由度(DOF)(すなわち、レール202の長手方向軸204(z方向)に沿った直線並進およびレール202の長手方向軸204を中心とする回転移動(ロール))のみを提供するように剛性であってもよいし、あるいは制御要素200a~200cにさらに4自由度(すなわち、x方向とy方向に沿った直線並進ならびにレール202の長手方向軸204に対するピッチとヨー)を提供するために可撓性であってもよい。図示の実施形態では、レール200は、レール上に配置された制御要素200a~200cのアレイが直線となるように直線状であるが、代替実施形態では、レール200は、レール上に配置された制御要素200a~200cのアレイがわずかに曲線となるようにわずかに湾曲してもよい。制御要素200a~200cは、細長い医療器具26a~26cの近位端に倣う(emulate)ために円筒形で図示されているが、制御要素200a~200cは円形以外にも、オーバル、楕円形、多角形(例えば、三角形、四角形、六角形、八角形など)など任意の適切な断面を有してもよいことを理解されたい。

10

【0148】

個々の制御要素200a~200cは、各制御要素がシャトル72a~72cのそれぞれに取り付けられたガイドシース26a、作業カテーテル26b、またはガイドワイヤ26cの移動(軸方向および回転方向)を制御するように、それぞれのシャトル72a~72cと機能的に関連し得る。一実施形態では、制御要素200a~200cは軸方向および回転方向にバネ付勢されており、オペレータ24によって解放されると、公称の軸方向並進位置および回転移動位置に戻るようになっている。これらの公称軸方向並進位置および公称回転移動位置は、制御要素200a~200cが公称位置からの正負の移動範囲(すなわち、正方向の軸方向並進範囲、逆方向の軸方向並進範囲、時計回りの回転移動範囲、および反時計回りの回転移動範囲)を有するように、軸方向並進範囲および回転移動範囲の中心にあることが好ましい。

20

【0149】

注目すべきは、クランプ機構196を介して制御ステーション16を一点のみでクランプすることにより、レール202が開放端を有し、それによって制御要素200a~200cの迅速な交換が容易になっていることである。制御要素200a~200cのそれぞれは、レール202に取り外し可能に取り付けることができ、制御要素200は、必要に応じてマスタ入力装置194に追加したり、マスタ入力装置194から取り外したりすることができるという点で、交換可能であり得る。さらに、レール202は再使用可能であってもよいが、制御要素200a~200cは使い捨てであることが望ましい。したがって、使用済みの制御要素200a~200cは、レール202から簡単に取り外して廃棄し、新しい滅菌済みの制御要素200a~200cと交換することができる。

30

【0150】

図18には、3つのシャトル72a~72cにそれぞれ対応する3つの制御要素200a~200cが示されているが、マスタ入力装置194は、最終的には使用されるシャトル72の数に応じて、任意の適切な数の制御要素200を含み得ることを理解されたい。例えば、マスタ入力装置194は、例えば3つ未満のシャトル72が使用される場合は3つ未満の制御要素200を有してもよいし、例えば3つ以上のシャトル72が使用される場合は3つ以上の制御要素200を有してもよい。それほど有利ではないが、マスタ入力装置194は、制御要素200のアレイの代わりに、ジョイスティック、キーパッドまたはキーボード、スライダ、ローラボール、タッチセンサ、タッチスクリーン、マウスなどを有してもよい。

40

【0151】

図示の実施形態では、制御要素200a~200cの直径が徐々に大きくなったり小さくなったりして、どの制御要素200a~200cが細長い医療器具26a~26cのそれぞれに関連づけられているかを医師に視覚的または触覚的に示すようにしてもよい(例

50

えば、最遠位の制御要素 200a はガイドシース 26a と機能的に関連付けられ比較的大きな直径を有し、中間の制御要素 200b は作業カテーテル 26b と機能的に関連付けられ比較的中程度の直径を有し、最近位の要素 200c はガイドワイヤ 26c と機能的に関連付けられ比較的小さな直径を有することができる）。

【0152】

任意の実施形態では、制御要素 200a ~ 200c は、伸縮式に互いにスライドさせることができる。別の任意の実施形態では、制御要素 200a ~ 200c を（赤、緑、青（RGB）の発光ダイオード（LED）などにより）異なる色で照明して、どの制御シリンダ 200 がアクティブで、細長い医療器具 26a ~ 26c のそれぞれの 1 つと機能的に関連しているかを示してもよい。非アクティブな制御要素 200 は、白色、透明なつや消し色、または類似のあまり目立たない色で照明してもよい。2 以上の細長い医療器具 26a ~ 26c の動作が互いにリンクされる場合、これらのリンクした器具に関連する制御要素 200 は、点滅照明などの視覚的表示を有していてもよい。

10

【0153】

制御ステーション 16 は、任意で、マスタ入力装置 194 を覆うように構成された無菌スリーブ 206 を含んでもよく、それによってオペレータ 24 と制御ステーション 16 の非無菌構成要素との間に無菌バリアを提供し得る。無菌スリーブ 206 を収容するためにレール 202 は片持ち梁式であり、その結果、無菌スリーブ 206 をレール 202 の自由端からレール 202 の固定端まで制御要素 200 のアレイ上を容易にスライドすることができる。無菌スリーブ 206、または別個の無菌スリーブ（図示せず）も、制御パネル 196 を覆ってもよい。無菌スリーブ 206 は、各制御要素 200 の動きを制限しないことが望ましい。無菌スリーブ 206 は、制御要素 200 の直径の変化を許容するように構成され得る。無菌スリーブ 206 の各制御要素 200a ~ 200c 上の部分は平滑で、各制御シリンダ 208 に密着または近接していてもよいし、あるいは、無菌スリーブ 206 は隣接する各制御要素 200 の対の間に密集した部分を有し得るように緩くてもよい。

20

【0154】

図 19 に示す一実施形態では、マスタ入力装置 194 全体を覆う単一の滅菌スリーブの代わりに、制御ステーション 16 は、制御要素 200a ~ 200c の上にそれぞれ所定の位置にスライドされるように構成され、それによってオペレータ 24 が触れる滅菌表面を提供する、一組の単回使用の重なり合う滅菌制御要素カバー 208a ~ 208c を具える。それぞれの制御要素 200a ~ 200c の上に配置されると、滅菌制御要素カバー 208a ~ 208c は、隣接する制御要素 200a ~ 200c 間の汚染された流体の移動を防止するために、隣接する制御要素 200a ~ 200c 間にスライド可能な流体シール 210 を形成することができる。スライド可能な流体シール 210 は、制御要素 200a ~ 200c 間のスリップフィット、または例えばオリングのようなシール部材によって形成することができる。図 20 に示されるように、滅菌制御要素カバー 208a ~ 208c は、制御要素 200a ~ 200c の上にスライドさせることができる、折り畳まれて重ねられた「カップ」のセットとしてパッケージ化され得る。

30

【0155】

図 18 に戻ると、制御ステーション 16 はプロセッサ 212 をさらに具え、このプロセッサ 212 は、血管内管理および追跡システム 14 内の様々なモータ（以下にさらに詳細に説明する）の作動を正確に調整し制御するためのコマンドを発行するための、例えばパーソナルコンピュータまたは他のタイプのコンピュータワークステーションを具えることができる。以下にさらに詳述するように、プロセッサ 212 は、制御要素 200a ~ 200c の感知された軸方向並進および回転移動を細長い医療器具 26a ~ 26c の所望の軸方向並進および回転移動をマッピングするマッピングアルゴリズムにしたがって血管内管理および追跡システム 14 に命令を発行することができる。制御ステーション 16 は任意で、光、機械的インターフェースの有色／無色のセグメント、または音声キューの形態で、電力、手動モード／自動モード、流体流または流体スイッチの状態、動き、またはエラー（例えば、過剰な力やトルク、コントローラエラー、通信エラー、低バッテリーなど）を

40

50

伝える様々なインジケータを含むことができる。

【0156】

制御ステーション16は、オペレータ24にフィードバック（例えば、視覚的、可聴的、触覚的など）を提供するための1以上の装置をさらに含む。例えば、制御ステーション16は、運動学的刺激または触覚フィードバックとしても知られる触覚を通じて、オペレータ24と同軸血管内アセンブリ14とを接続する触覚インターフェース214を有していてもよい。触覚インターフェース214は、入力コマンドがマスタ入力装置194を介して提供されると、例えばマスタ入力装置194を介してオペレータ24に触覚フィードバックを伝達し、オペレータ24が、細長い医療器具26が患者20の血管系内で移動する際に、細長い医療器具26にかかる力の方向および大きさを表す抵抗を感じるようにする。プロセッサ212の制御下で、触覚インターフェース214は、アクチュエータ（図示せず）を用いて触覚フィードバックを作成しオペレータ24に伝達する。例えば、モータのトルクをコントローラの動きの抵抗（反力や振動）に変換できるモータが、細長い医療器具26が動かしにくくなったことをオペレータ24が感じ取れるようにする。オペレータ24に触覚フィードバックを変換する他の例としては、重量、空気圧、磁気、電気的人工筋肉（電気活性ポリマー）、圧電、超音波、圧力アクチュエータなどを使用することが含まれる。

10

【0157】

細長い医療器具26にかかる実際の力は、カテーテル追跡および管理システム14に関連付けられた触覚フィードバックセンサ216の任意の構成を介して感知され、プロセッサ212に触覚フィードバックとして提供され、プロセッサ212はそれに応じて触覚インターフェース214を制御して、オペレータ14に触覚フィードバックを提供する。

20

【0158】

例えば、細長い医療器具26a～26cが機械的に結合されているそれぞれのシャトル72a～72cのモータにおいて電流の変化を検出することができる。すなわち、細長い医療器具26a～26cの遠位端に力が加わると、細長い医療器具26a～26cを駆動するモータの電流がそれに応じて変化する。別の例として、能動的な力センサ（例えば、電氣的、圧電的、磁氣的、抵抗的、容量的、圧力的、液圧的など）を細長い医療器具26a～26bの遠位先端部に、および／または長さに沿って組み込んでもよい。さらに別の例として、細長い医療器具26a～26bの遠位端に作用し、それぞれの座屈防止機構132（図6に示す）に機械的に伝達される力は、細長い医療器具26a～26bの遠位端に及ぼされる圧縮力に応答して、軸方向分割シース136のたわみを測定するたわみ検出器、または軸方向分割シース136内の力もしくは圧力を直接測定する力検出器もしくは圧力検出器を介して、軸方向分割シース136内で感知されてもよい。代替実施形態では、医療用撮像装置（例えば、X線透視撮像装置）により、細長い医療器具26a～26bに加えられる力の視覚的フィードバックをプロセッサ212に提供し、プロセッサ212はそれに応じて触覚インターフェース214を制御して、オペレータ14に触覚フィードバックを提供してもよい。例えば、医療用撮像装置は、細長い医療器具26a～26cの遠位先端と血管壁または病変部との接触を検出してもよいし、細長い医療器具26a～26cの曲がりを検出してもよい。プロセッサ212は、この視覚的フィードバックを使用して、細長い医療器具26a～26cにかかる力を推定することができる。

30

40

【0159】

以下でさらに詳細に説明するように、触覚インターフェース214は、マスタ入力装置194に組み込まれるのではなく、代替的に、指輪、手袋、指先パッド、リストバンドなどの着用可能なフォームファクタを有してもよく、あるいは、例えば、超音波パッド、空気圧ベースのフィードバック、流体の粘度変化ベースのフィードバックなどを使用して非接触の力場を生成してもよい。触覚インターフェース214と併用して、あるいはその代わりに、制御パネル196または他のグラフィックディスプレイにより、細長い医療器具26がマスタ入力装置194を介して動かされる際に、細長い医療器具26に蓄積される力を表示してもよい。

50

【0160】

マスタ入力装置194は、任意選択で、制御要素200a~200cの各々（または代替的に、制御要素200a~200cの上に配置された滅菌カバー208a~208cの各々）に貼付された識別子（ID）218（例えば、バーコード、QRコード、または無線周波数識別子（RFID））を含み、それぞれの制御要素200が関連する細長い医療器具26の種類（例えば、ガイドシース26a、作業カテーテル26b、またはガイドワイヤ26cのいずれか）を迅速な識別を可能にすることができる。別の実施形態では、各制御要素200は、ID218を介して対応するシャトル72と識別（ID）結合され（すなわち、制御要素200aとシャトル72aがペアリングされ、制御要素200bとシャトル72bがペアリングされ、制御要素200cとシャトル72cがペアリングされる）、一緒にパッケージ化してもよい。他の実施形態では、一对の細長い医療器具26の作動が同期した動作を提供するためにリンクされる場合、対応する制御要素200の2つが予めペアリングされ、予めペアリングされた制御要素200が作用するように設計された一对の細長い医療器具26の間のリンクされた動作比率（例えば、1:1、2:1、1:2など）を識別するラベルと共にパッケージ化することができる。

10

【0161】

制御要素200a~200cの軸方向並進および回転移動（ならびに任意に軸方向速度および回転速度）はセンサアセンブリを介して検出され、細長い医療器具26a~26cが上記で簡単に説明したマッピングアルゴリズムにしたがって軸方向並進および回転移動されるようにしてもよい。センサアセンブリは、長手方向軸204に沿った制御要素200a~200cの各々の検出された軸方向並進を示す信号、および長手方向軸204を中心とした制御要素200a~200cの各々の検出された回転移動を示す信号を出力する。プロセッサ212は次に、センサアセンブリによって出力される制御信号に応答して、細長い医療器具26a~26cのそれぞれを軸方向に並進させ、回転移動させるように血管内管理および追跡システム214に命令することができる。

20

【0162】

特に、上述したように、制御要素200a~200cは、単価使用で使い捨てとなるように設計されてもよい。この点で、センサアセンブリの比較的安価な構成要素（例えば、受動的な構成要素（すなわち、電力供給のない構成要素））が制御要素200a~200c（あるいは、制御要素200a~200cの上に配置された滅菌カバー208a~208cの各々）の上または中に存在し、センサアセンブリの比較的高価な構成要素（例えば、能動的な構成要素（すなわち、電力供給のある構成要素））は、再利用可能なレール202または制御要素200a~200cから離れた別の場所の中または上に存在することが好ましい。このようにして、センサアセンブリの安価な構成要素のみを交換することで、ロボット血管内システム10の運用コストを削減することができる。

30

【0163】

例えば、図18Aに示される一実施形態では、マスタ入力装置194は、制御要素200a~200cの各々（あるいは、制御要素200a~200cの上に配置された滅菌カバー208a~208cの各々）の周囲に周方向に配置された基準要素219の形態の複数のエンコーダと、制御要素200a~200c上に配置された基準要素219を視覚的に感知し、それによって制御要素200a~200cの各々の軸方向並進および回転移動（ならびに任意に軸方向速度および回転速度）を感知するように構成された視覚追跡システム221（例えば、1つまたは複数のカメラ）とを具える。

40

【0164】

図18Bに示す別の実施形態では、マスタ入力装置194は、各々が制御要素200a~200cの各々（あるいは、制御要素200a~200cの上に配置された滅菌カバー208a~208cの各々）に組み込まれた複数の電磁受動トランスポンダ223と、電磁受動トランスポンダ223に衝突する電磁エネルギー227を送信するように構成された固定電磁トランシーバ225であって、電磁エネルギーを位置情報、特に、電磁受動トランスポンダ223ひいては制御要素200a~200cの軸方向並進（z-位置）およ

50

び回転移動（ロール）に符号化する固定電磁トランシーバ225とを具える。電磁トランシーバ225は、電磁パッシブトランスポンダ219によって発せられる符号化された電磁エネルギー229を受信し、この電磁エネルギー229を復号化して、制御要素200a~200cの軸方向並進と回転移動を特定することができる。任意選択で、レール202が撓むように構成される場合、制御要素200a~200cの各々が、z方向に加えて、x方向およびy方向に沿って直線的に並進し、回転に加えてピッチまたはヨーができるように、電磁パッシブトランスポンダ223によって発せられる電磁エネルギー229に符号化された位置情報は、さらに、電磁パッシブトランスポンダ219ひいては制御要素200a~200cのピッチおよびヨーとともに、xおよびy位置を含むことができ、このようにして制御要素200a~200cの6自由度（すなわち、x、y、z位置およびロール、ピッチ、ヨー）を特定することができる。

10

【0165】

図18Cに示されるさらに別の実施形態では、マスタ入力装置194は、レール202内に、かつレール202の長手方向軸204に沿って配置されたセンサ231のアクティブアレイと、複数の相補的な受動（非アクティブ）素子233とを含み、これらはそれぞれ、制御要素200a~200cのそれぞれ（あるいは、制御要素200a~200cの上に配置された滅菌カバー208a~208cのそれぞれ）内に配置される。各センサ231は、受動素子233のそれぞれに隣接して配置されており、センサ231は、それぞれの受動素子233の位置、ひいては制御要素200a~200cの軸方向の並進および回転移動を感知できるようになっている。

20

【0166】

特定の一実施形態では、制御要素200a~200cは、光学的に透明な材料で構成され、受動素子233は、制御要素200a~200cの周囲に埋め込まれた一連の刻印（例えば、格子）の形態であり得る。レーザ光は、例えば、レール202内に配置されたレーザ源（図示せず）から、制御要素200a~200c内の回折格子を通過することができる。回折格子は、特に制御要素200a~200cの軸方向移動（z位置）と回転移動（ロール）とともに、回折を介した位置情報でレーザ光を符号化する。センサ231は、回折格子によって回折された符号化レーザ光を測定する光検出器であり、回折されたレーザ光を復号して、制御要素200a~200cの軸方向並進および回転移動を特定することができる。

30

【0167】

他の特定の実施形態において、受動素子233は抵抗器であってもよく、この場合、センサ231はそれぞれの受動素子233の位置、したがって制御要素200a~200cの軸方向並進および回転移動を電氣的に感知することができ、または、強磁性素子であってもよく、この場合、センサ231はそれぞれの受動素子233の位置を磁氣的に感知することができ、または、コイルであってもよく、この場合、センサ231はそれぞれの受動素子233の位置を誘導的に感知することができ、または、容量性プレートであってもよく、この場合、センサ231はそれぞれの受動素子233の位置を容量的に感知することができ、または、超音波反射素子であってもよく、この場合、センサ231はそれぞれの受動素子233の位置を超音波的に感知することができ、等々である。

40

【0168】

図18D~18Fに示されるさらに別の実施形態では、マスタ入力装置194は、それぞれが制御要素200a~200cのそれぞれの端部に片持ち支持される複数の機械的アーム235a~235cと、センサ（図示せず）を有するセンサボックス237とを具え、機械的アーム235a~235cの自由端がセンサボックス237内で機能的に相互作用（例えば、光学的、電氣的、磁氣的、誘導的、容量的、超音波的など）する。機械的アーム235a~235cのそれぞれの長さは、レール202上の制御要素200a~200cの相対位置に依存する。すなわち、最遠位の制御要素200aに片持ち梁状に取り付けられた機械的アーム235aの長さは比較的短く、最近位の制御要素200cに片持ち梁状に取り付けられた機械的アーム235cの長さは比較的長く、中間の制御要素200

50

bに片持ち梁状に取り付けられた機械的アーム235bの長さは比較的中程度になる。制御要素200a~200cのいずれかがレール202の長手方向軸204を中心に回転されるときに機械的アーム235a~235cが互いに機械的に干渉しないように、機械的アーム235a~235cは、図18Fに最もよく示されるように、互いにクロックされ（例えば、互いに120度離れている）、制限された回転範囲（例えば、120度）を有する。レール202上に配置可能な制御要素200の最大数が3つより多いか少ない場合、機械的アーム231は互いに異なる量だけクロックされ、異なる制限範囲（例えば、レール202上に配置可能な制御要素200の最大数が2つの場合は180度、レール202上に配置可能な制御要素200の最大数が4つの場合は90度）を有してもよい。

【0169】

10

図18A~18Fに示される実施形態のいずれかにおいて、制御要素200a~200cの直線速度および／または角速度を特定できるように、比較的安価な加速度計（図示せず）を任意選択で制御要素200a~200cの各々に組み込むことができる。

【0170】

図18Gに示されるさらに別の実施形態では、マスタ入力装置194は、物理的な制御要素200a~200cを有する代わりに、仮想制御要素200a'~200c'の線形アレイのインタラクティブな3D表現を表示する三次元（3D）タッチスクリーン239を具える。図示の実施形態では、3Dタッチスクリーン239は円筒形または半円筒形であり、その上に仮想制御要素200a'~200c'の線形アレイの円弧状部分が表示される。代替実施形態では、3Dタッチスクリーン239は、例えば三角形、四角形、六角形、八角形などの多角形を含む、円形または円弧形以外の断面形状を有してもよい。

20

【0171】

図示された実施形態では、タッチスクリーン239は円筒形または半円筒形であり、制御アイコン200a'~200c'の線形アレイの少なくとも円弧状部分を表示する。円弧状のタッチスクリーン239は、例えば抵抗性または容量性であり、例えば有機発光ダイオード（OLED）タッチ感応面を有し得る。3Dタッチスクリーン239の表面は、制御アイコン200a'~200c'に対応する個別の照明領域に分かれている。制御アイコン200a'~200c'のいずれかをタッチして、オペレータ24がその制御アイコンを操作できるようにすることができる。図示された実施形態では、オペレータ24が制御アイコン200a'~200c'を互いに容易に区別できるように、別個の照明領域は輪郭を有する。他の実施形態では、異なる領域は異なる色やパターンで照明されてもよい。

30

【0172】

したがって、図18に示される物理的な制御要素200a~200cのうちの1つを把持すると同様の方法で、制御アイコン200a'~200c'の1つに対応する3Dタッチスクリーン239の別個の領域を掴みながら、オペレータ24は、3Dタッチスクリーン239の長手方向軸に沿って、および／または3Dタッチスクリーン239の円周方向に手を動かすことができ、これは、物理的制御要素の軸方向移動および／または回転移動のエミュレートとなる。オペレータ24が3Dタッチスクリーン239の長手方向軸に沿って手を動かすと、制御要素200a'~200c'のうちの選択された1つが3Dタッチスクリーン239上に静的に表示されてもよいし、オペレータ24の手とともに3Dタッチスクリーン239に沿って直線的に移動するように動的に表示されてもよく、それによって細長い医療器具26a~26cの互いに対する軸方向の位置のより良い表示を提供することができる。

40

【0173】

オペレータ24の軸方向および回転方向の手の動きは、3Dタッチスクリーン239によって感知することができ、細長い医療器具26a~26cが、オペレータ24の感知された軸方向の並進および回転方向の手の動きを入力とし、以下にさらに詳述するように、それぞれのシャトル72a~72cに含まれるモータ（図示せず）の動作を出力とするマッピングアルゴリズムにしたがって、軸方向並進および回転方向移動され得る。

【0174】

50

図 18 H に示される代替実施形態では、オペレータ 24 が効果的に掴むことができる円弧状の制御アイコン 200 a' ~ 200 c' を表示するのではなく、3D タッチスクリーン 239 は、オペレータ 24 の指先を使用して動かされるように設計された制御アイコン 200 a'' ~ 200 c'' (例えば、矩形) を表示してもよい。例えば、制御アイコン 200 a'' ~ 200 c'' のいずれかを 3D タッチスクリーン 239 の軸に沿って動かしてもよい。例えば、オペレータ 24 は、指先で制御アイコン 200 a'' ~ 200 c'' の 1 つにタッチしながら、3D タッチスクリーン 239 の長手方向軸に沿って、および／または 3D タッチスクリーン 239 の円周方向に手を動かすことができ、これは物理的な制御要素の軸方向移動および／または回転移動のエミュレートとなる。

【0175】

10

マスタ入力装置 194 および制御パネル 196 を含む制御ステーション 16 は、現実世界に存在する物理的装置であり、したがってオペレータ 24 が物理的に触れることができるものとして説明および図示したが、代替実施形態では、制御ステーション 16 のマスタ入力装置および制御パネルの一方または両方が仮想的であってもよい。その場合、オペレータ 24 は物理的なマスタ入力装置や制御パネルに触れる必要がなく、衛生面や空間的な問題を軽減することができる。

【0176】

例えば、図 18 I を参照すると、制御ステーション 16 は、オペレータ 24 がデジタル再生された画像を現実のものとして知覚するように、三次元 (3D) 環境においてオペレータ 24 にデジタル再生された画像を提示するように構成されたヘッドマウント型拡張現実 (XR) 装置 (例えば、仮想現実 (VR)、拡張現実 (AR)、または複合現実 (MR) 装置) 241 を具え得る。特に、XR 装置 241 は、仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' を有する仮想マスタ入力装置 194' をオペレータ 24 の 3D 環境に表示するように構成されている。したがって、オペレータ 24 は、あたかもオペレータ 24 が図 18 に示すマスタ入力装置 194 の制御要素 200 a ~ 200 c と物理的に相互作用しているかのように、仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用することができる。

20

【0177】

XR 装置 241 はまた、制御パネル (図示せず) を二次元 (2D) 画像として表示してもよいし、患者 20 の血管系標的部位のリアルタイム医療画像 (例えば、X 線透視画像)、および血管内管理および追跡システム 14' を含む病室環境の映像を、例えば、XR 装置 241 の画面の隅に表示してもよい。あるいは、XR 装置 241 は、オペレータ 24 の 3D 環境に仮想制御パネル (図示せず) を表示してもよい。他の実施形態では、XR 装置は、オペレータ 24 が病室環境を直接見ることができる「光学シースルー」ディスプレイを有するか、あるいは、仮想マスタ入力装置 194' (レールの有無に拘わらず) を含む仮想コンテンツと混合された病室環境のビデオが提示される「ビデオシースルー」ディスプレイを有する。

30

【0178】

制御ステーション 16 は、仮想マスタ入力デバイス 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用しながらオペレータ 24 が行うハンドジェスチャをキャプチャするために、オペレータ 24 の手に装着することができる触覚フィードバック手袋 243 (例えば、HaptX (商標名) 手袋) をさらに含んでいる。このようなハンドジェスチャには、例えば、オペレータ 24 が図 18 の物理的な制御要素 200 a ~ 200 c のうちの 1 つを物理的に把持し、物理的なマスタ入力デバイス 194 の軸に沿って物理的な制御要素を移動させるか、または物理的なマスタ入力デバイス 194 の軸を中心に把持した手を回転させるのと同じ方法で、オペレータ 24 の手で仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' のうちの 1 つを掴み、仮想マスタ入力デバイス 194' の軸に沿って掴んだ手を移動させるか、またはマスタ入力デバイス 194' の軸を中心に掴んだ手を回転させることができる。キャプチャされたハンドジェスチャは、MR 装置 241 によってプロセッサ 212 に出力され、プロセッサ 212 はハンドジェスチャを解釈し、解釈されたハンドジェス

40

50

チャを細長い医療器具 26 a ~ 26 c の所望の軸方向並進および回転移動にマッピングするマッピングアルゴリズムにしたがって血管内管理および追跡システム 14 にコマンドを発行することができる。触覚フィードバック手袋 243 はまた、オペレータ 24 が仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用する際に、オペレータ 24 に触覚フィードバックを提供するための触覚インターフェース 214 (図 18 に図示) としても機能し、これによってオペレータ 24 は、細長い医療器具 26 が患者 20 の血管系内で動かされる際に、細長い医療器具 26 に加わる力の方向および大きさを表す抵抗を感じるようにする。

【0179】

別の例として、図 18 J を参照すると、制御ステーション 16 は、触覚フィードバック手袋 243 の代わりに、静止型ジェスチャ監視システム 245 (例えば、X b o x K i n e c t (商標名) のセンサに類似した装置、または光検出および測距 (L I D A R) センサアセンブリ)、および 1 以上の触覚超音波パッド 247 を具える。ジェスチャ監視システム 245 は、仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用している間にオペレータ 24 によって行われたハンドジェスチャをキャプチャし、キャプチャされたハンドジェスチャを解釈するためにプロセッサ 212 に提供するように構成されている。代替実施形態では、X R 装置 241 は、仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用している間にオペレータ 24 によって行われるハンドジェスチャの画像をキャプチャし、キャプチャされたハンドジェスチャの画像を解釈のためにプロセッサ 212 に提供するように構成された前方向カメラ (図示せず) を含んでいる。任意の実施形態では、オペレータ 24 は、静止ジェスチャ監視システム 245 または代わりに X R 装置 241 の前方向カメラによって感知され得る基準要素でカバーされた手袋 (図示せず) を着用し、オペレータ 24 によって行われたハンドジェスチャをキャプチャするようにしてもよい。

【0180】

触覚超音波パッド 247 は、オペレータ 24 の手に力を加える超音波圧力波を出すことによって触覚インターフェース 214 (図 18 に図示) としても機能し、それによって、オペレータ 24 が仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' と仮想的に相互作用する際にオペレータ 24 に触覚フィードバックを提供し、それによって、細長い医療器具 26 が患者 20 の血管系内で動かされる際に、細長い医療器具 26 に加わる力の方向および大きさを表す抵抗をオペレータ 24 が感じるようにする。図示された実施形態では、複数の超音波パッド 247 が、オペレータ 24 に提供される触覚フィードバックの方向性を提供するために、異なる向きに配向されている。

【0181】

さらに別の例として、図 18 K を参照すると、制御ステーション 16 は X R システムの代わりに二次元 (2 D) 表示スクリーン 249 を具え、これが仮想マスタ入力装置 194' と任意で仮想制御パネル (図示せず) とを表示する。静止ジェスチャ監視システム 245 が、オペレータ 24 がディスプレイスクリーン 249 に表示すマスタ入力デバイス 194 を見ながらオペレータ 24 が行ったハンドジェスチャをキャプチャし、キャプチャされたハンドジェスチャを解釈のためにプロセッサ 212 に提供する。血管内管理および追跡システム 14 にコマンドを発行することに加えて、プロセッサ 212 は、オペレータ 24 によってなされたキャプチャされたハンドジェスチャに応答して、例えば、表示された制御要素 202 a ~ 202 c をハンドジェスチャにしたがって移動させるか、あるいは表示された制御要素 202 a ~ 202 c を例えば異なる色で補強することによって、マスタ入力装置 194 を拡張することができる。

【0182】

さらに別の例として、図 18 L を参照すると、制御ステーション 16 は X R システムの代わりに、仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' を有する仮想マスタ入力装置 194'、およびオブションとして仮想制御パネルをオペレータ 24 の 3 D 環境に表示するように構成されたホログラフィックマシン 251 を具える。X R システムのようにヘッドマウントデ

ディスプレイに仮想マスタ入力装置 194' を表示するのではなく、ホログラフィックマシン 251 は、仮想マスタ入力装置 194' をオペレータ 24 の 3D 環境に投影する。オペレータ 24 は、図 18 I の XR 装置 241 に関して上述したのと同じ方法で、仮想マスタ入力装置 194' の仮想制御要素 200a' ~ 200c' と対話することができる。ハンドジェスチャは、例えば、オペレータ 24 の手に装着された触覚フィードバック手袋 243 (図 18 I に示す) または静止ジェスチャ監視システム 245 (図 18 J に示す) によってキャプチャされ得る。触覚フィードバックは、例えば、オペレータ 24 の手に装着される触覚フィードバック手袋 243 (図 18 I に示す) または触覚超音波パッド 247 (図 18 J に示す) によってオペレータ 24 に提供されてもよい。

【0183】

10

これらの公称軸方向並進位置および公称回転移動位置は、好ましくは軸方向並進範囲および回転移動範囲の中心にあり、したがって制御要素 200a ~ 200c が公称位置からの正負の移動範囲 (すなわち、正方向の軸方向並進範囲、逆方向の軸方向並進範囲、時計回りの回転移動範囲、および反時計回りの回転移動範囲) を有し得る。

【0184】

上述した物理的制御要素 200a ~ 200c とほぼ同様に、上述した実施形態のいずれかにおける仮想制御要素 200a' ~ 200c' の各々は、オペレータ 24 によって仮想的に解放されたときにそれらの公称軸方向並進位置および回転移動位置に戻るように、仮想的に軸方向および回転方向にバネ荷重されていてもよい。これらの公称軸方向並進位置および公称回転移動位置は、好ましくは軸方向並進範囲および回転移動範囲の中心にあり、したがって制御要素 200a' ~ 200c' が公称位置からの正負の移動範囲 (すなわち、正方向の軸方向並進範囲、逆方向の軸方向並進範囲、時計回りの回転移動範囲、および反時計回りの回転移動範囲) を有し得る。

20

【0185】

図 18 A ~ 18 L に示すマスタ入力装置 194、194' は、図 1 ~ 17 に図示すカテーテル追跡および管理システム 14 を制御するものとして説明されてきたが、図 18 A ~ 18 L に示すマスタ入力装置 194、194' は、細長い医療器具が同軸に配置されトラックに沿って並進するシャトルを有しないものを含め、軸方向および回転方向に互いに対して移動することができる任意のロボット型カテーテルシステムを制御するために採用されてもよいことを理解されたい。

30

【0186】

上記で簡単に説明したように、プロセッサ 212 は、制御要素 200a ~ 200c (または仮想制御要素 200a' ~ 200c') の感知された軸方向並進および回転移動を細長い医療器具 26a ~ 26c の所望の軸方向並進および回転移動をマッピングするマッピングアルゴリズムにしたがって血管内管理および追跡システム 14 に命令を発行することができる。すなわち、制御要素 200a ~ 200c (または仮想制御要素 200a' ~ 200c') の軸方向並進または回転移動を含む入力に応答して、マッピングアルゴリズムは細長い医療器具 26a ~ 26c の所望の軸方向並進または回転移動を出力する。次に、プロセッサ 212 は、マッピングアルゴリズムの出力を、血管内管理および追跡システム 14、特に、血管内管理および追跡システム 14 のモータに送信されるコマンドに変換して、これらの所望の軸方向並進または回転移動を促し得る。

40

【0187】

上記で簡単に説明したように、制御要素 200a ~ 200c は、オペレータ 24 によって物理的に解放されたときにそれらの公称軸方向並進位置および回転移動位置に戻るように、軸方向および回転方向にばね荷重されていてもよく、あるいは仮想制御要素 200a' ~ 200c' は、オペレータ 24 によって仮想的に解放されたときにそれらの公称軸方向並進位置および回転移動位置に戻るように、仮想的に軸方向および回転方向にばね荷重されていてもよい。この実施形態では、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200 の中立位置から離れる (すなわち、物理的ばね力または仮想ばね力に抗する) 軸方向並進または回転移動に応答して、細長い医療器具 26a ~ 26b のそれぞれを軸方向並進 (

50

近位または遠位) または回転移動(時計回りまたは反時計回り)させるだけである。このように、細長い医療器具 26 a ~ 26 c の軸方向の並進または回転移動は、オペレータ 24 が制御要素 200 a ~ 200 c を物理的に解放するか、または仮想制御要素 200 a' ~ 200 c' を仮想的に解放することに対応して発生しなくなる。制御要素 200 を軸方向並進または回転移動させてから解放を繰り返し、または仮想制御要素 200' を仮想的に軸方向並進または回転移動させてから仮想的に解放を繰り返すことによって、対応する細長い医療器具 26 を漸進的に軸方向並進または回転移動させてもよい。

【0188】

一実施形態では、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の軸方向並進の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の軸方向並進を軸方向並進比にしたがって出力し、同様に、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の回転移動の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の回転移動を回転移動比にしたがって出力する。一般的に、軸方向並進比と回転移動比は正になる。すなわち、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の遠位方向の軸方向並進の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の遠位方向の軸方向並進を出力し、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の近位方向の軸方向並進の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の近位方向の軸方向並進を出力する。同様に、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の時計回り方向の回転移動の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の時計回り方向の回転移動を出力し、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の反時計回り方向の回転移動の入力に対応して、各細長い医療器具 26 の反時計回り方向の回転移動を出力する。

【0189】

回転移動比は 1 : 1 または 1 であることが好ましい(すなわち、各細長い医療器具 26 の回転移動は、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の回転移動に正確に追従する)。対照的に、軸方向並進比は、1 : 1 以上または 1 未満であることが望ましい(すなわち、各細長い医療器具 26 の軸方向並進は、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') の軸方向並進より小さい)。例えば、対応する制御要素 200 (または仮想制御要素 200') が軸方向に 1 cm 並進すると、細長い医療器具 26 は軸方向に 1 mm 並進してもよい(すなわち、10 : 1 の比率)。しかし、代替実施形態では、回転移動比が 1 : 1 または 1 とは異なり、軸方向並進比が 1 : 1 または 1 であってもよい。

【0190】

制御要素 200 または仮想制御要素 200' の軸方向並進または回転移動のマッピングアルゴリズムへの入力と、マッピングアルゴリズムによって出力される、対応する細長い医療器具 26 のそれぞれの軸方向並進または回転移動との間に線形関係が存在するように、軸方向並進比および回転移動比のいずれか一方または両方が一定であってもよい。あるいは、軸方向並進比および回転移動比のいずれか一方または両方は、マッピングアルゴリズムに入力される制御要素 200 または仮想制御要素 200' の軸方向並進または回転移動と、マッピングアルゴリズムによって出力される対応する細長い医療器具 26 のそれぞれの軸方向並進または回転移動との間に非線形関係があるように、時間とともに変化してもよい。例えば、軸方向並進比または回転移動比は、最初は高く(例えば、細長い医療器具 26 と血管系との間の静止摩擦力に素早く打ち勝つために)、その後減少するのが望ましい場合がある。別の例として、軸方向並進比または回転移動比は、特定のオペレータ 24 用に設計されたカスタムプロファイルにしたがって変化してもよい。そのようなカスタムプロファイルは、マニュアル作成することができ、あるいは、そのようなカスタムプロファイルは校正手順を介して生成されてもよく、または一定期間にわたって特定のオペレータ 24 に動的に適合させてもよい。

【0191】

マッピングアルゴリズムは、例えば、細長い医療器具 26 a ~ 26 c が滑らかに軸方向

並進または回転移動されるように、軸方向並進比および回転移動比のいずれか一方または両方を調節することができる。例えば、オペレータ 24 の手の震えによって、制御要素 200 または仮想制御要素 200' が軸方向並進したり回転移動したりすることがある。マッピングアルゴリズムは、対応する細長い医療器具 26 の所望の軸方向並進または回転移動の出力が滑らかになるように、制御要素 200 または仮想制御要素 200' のばらばらの軸方向並進または回転移動の入力を（例えば、統合を介して）滑らかにしてもよい。別の例として、マッピングアルゴリズムは、制御要素 200 または仮想制御要素 200' の軸方向並進または回転移動の入力に小振幅の軸方向振動または回転振動を導入して、対応する細長い医療器具 26 の所望の軸方向並進または回転移動の出力が小振幅の軸方向振動または回転振動を有するようにし、例えば、細長い医療器具 26 と患者 20 の血管系との間の静的摩擦力を回避し、それによって細長い医療器具 26 の遠位前進が容易になるようにしてもよい。

10

【0192】

別の実施形態では、軸方向並進比または回転移動比を使用するのではなく、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の軸方向並進の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の軸方向速度を出力してもよく、同様に、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の回転移動の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の回転速度を出力してもよい。一般に、軸方向速度は対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の軸方向並進と同じ方向になり、回転速度は対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の回転移動と同じ方向になる。すなわち、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の遠位方向の軸方向並進の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の遠位方向の軸方向速度を出力し、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の近位方向の軸方向並進の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の近位方向の軸方向速度を出力する。同様に、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の時計回り方向の回転移動の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の時計回り方向の回転速度を出力し、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の反時計回り方向の回転移動の入力にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 の反時計回り方向の回転速度を出力する。

20

【0193】

一実施形態では、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）の任意の軸方向並進または回転移動にตอบสนองして、各細長い医療器具 26 について均一な軸方向速度または均一な回転速度を出力する。別の実施形態では、マッピングアルゴリズムは、対応する制御要素 200（または仮想制御要素 200'）が軸方向並進または回転移動される程度または速度に応じて変化する各細長い医療器具 26 の軸方向速度または回転速度を出力する。例えば、制御要素 200（または仮想制御要素 200'）が比較的長い距離または比較的速く軸方向並進または回転移動された場合、マッピングアルゴリズムは、対応する細長い医療器具 26 の相対的に高い軸方向速度または回転速度を出力し得る。対照的に、制御要素 200（または仮想制御要素 200'）が比較的短い距離または比較的遅く軸方向並進または回転移動された場合、マッピングアルゴリズムは、対応する細長い医療器具 26 の相対的に低い軸方向速度または回転速度を出力し得る。さらに別の実施形態では、マッピングアルゴリズムは、特定のオペレータ 24 のために設計されたカスタムプロファイルにしたがって変化する各細長い医療器具 26 の軸方向速度または回転速度を出力する。そのようなカスタムプロファイルは、マニュアル作成することができ、あるいは、そのようなカスタムプロファイルは校正手順を介して生成されてもよく、または一定期間にわたって特定のオペレータ 24 に動的に適合させてもよい。

30

40

【0194】

図 21～図 24 を参照して、血管内管理および追跡システム 14' の 1 つの詳細な実施形態を説明する。図 6 に示すカテーテルおよび追跡システム 14 と同様に、血管内管理および追跡システム 14 は、一般に、複数のトラックセグメント 70'（1 つのみ図示）と

50

、トラックセグメント 70' に機械的に結合され、トラックセグメント 70' に沿って軸方向に並進されるように構成された複数のシャトル 72' (1つのみ図示) とを具える。

【0195】

図 21 ~ 24 には 1つのトラックセグメント 70' のみを示すが、各トラックセグメント 70' は、複数のトラックセグメント 70' を互いに取り外し可能に連結して可変長のトラックを作成できるように、特別に設計されていることが理解されるはずである。したがって、1つまたは複数のトラックセグメント 70' を追加することによってトラックを長くし、1つまたは複数のトラックセグメント 70' を減ずることによってトラックを短くすることができる。これにより、トラックは病室の環境に適合しやすくなる。例えば、血管内管理および追跡システム 14' が設置される特定の病院環境のために、トラックの全長は、制御ステーション 16 (図 1 ~ 2 に示す) (または、トラックの近位端が取り付けられるアンカー) と、患者 20 に直接または間接的に取り付けられ、トラックの遠位端が取り付けられるシースアンカー 80 (図 6 に示す) との間の輪郭距離に合わせてカスタマイズされ得る。

10

【0196】

さらに図 25 ~ 29 を参照すると、単純なレールの形をとるものとして説明した図 6 に示すトラック 70 とは対照的に、各トラックセグメント 70' は、トラックラック 220 と、トラックラック 220 に固定されたトラックレール 222 とを具える。

トラックラック 220 は、ドレープ 22 (図 1 ~ 2 に示す) 上に安定的に載置されるように構成された細長いベース 224 と、ベース 224 の上に固定されトラックレール 222 が固定された 1つ以上の台座 226 (図 26 および図 28 ~ 29 に最もよく示す) とを含む。このようにして、トラックレール 222 をドレープ 22 の上方に持ち上げることができ、シャトル 72' が病室環境、特にトラックセグメント 70' が載置されるドレープ 22 に衝突することなく、トラックレール 222 に沿って自由に走行できるようになる。

20

【0197】

図示の実施形態では、ベース 224 は、一対の細長いフレーム部材 228 と、一対の細長いフレーム部材 228 を互いに固定する一連のクロスバー 230 (図 25 および図 27 に最もよく示す) とを有する矩形フレームの形態をとり、特に、ベース 224 の幅にわたって、ベース 224 の長さに沿って周期的に間隔をあけて配置されている。ベース 224 は平面状であり、図 6 に図示すトラック 70 のようなトラックセグメント 70' が、上から下へ (垂直方向) の可撓性は比較的高いが、横 (水平方向) の可撓性およびねじり可撓性は比較的低い (すなわち、高い水平剛性およびねじり剛性を有する) ようになっている。この態様において、トラックセグメント 70' は、(例えば、処置台 18、患者 20、および/またはドレープ 22 上に載置されたとき) 重力にのみ応答して病室環境の輪郭によりよく適合する一方で、シャトル 72' は、結合されたトラックセグメント 70' に沿ってシャトル 72' を軸方向に並進させるために、トラック 70' に必要な駆動力を加えることが可能である。注目すべきは、細長いフレーム部材 228 を互いに固定するクロスバー 232 の数を変えることによって、トラックセグメント 70' の垂直方向の可撓性を大きく変更することなく、トラックセグメント 70' の水平方向およびねじり剛性を調整できることである。すなわち、細長いフレーム部材 230 を一緒に固定するために使用されるクロスバー 232 の数を増やすと、それに応じてトラックセグメント 70' の水平剛性およびねじり剛性が増大し、細長いフレーム部材 228 を一緒に固定するために使用されるクロスバー 230 の数を減らすと、それに応じてトラックセグメント 70' の水平剛性およびねじり剛性が低下する。図示の実施形態では、複数の台座 226 がクロスバー 232 の中心に沿って配置されている。

30

40

【0198】

トラック 70 と同様に、トラックレール 222 は、シャトル 72' が載るオープンモノレールの形態をとり、図 27 に最もよく示されるように、断面が長方形のリボン状要素 (幅広で薄い長方形の押出成形品) であり得る。トラック 70 と同様に、各トラックセグメント 70' は、トラックレール 222 の長さに沿って延びる少なくとも 1 列の歯 84' を具

50

え、図示の実施形態では1列の歯84'を具え、これにシャトル72'の対応する駆動機構が係合して、トラックセグメント70'に沿ったシャトル72'の軸方向並進を実現する。以下でさらに詳しく説明するように、歯84'が配置されたトラックレール222は、トラックセグメント70'に沿ってシャトル72'を並進させるためのラックアンドピニオン構成におけるラックとして機能する。

【0199】

上記で簡単に説明したように、複数のトラックセグメント70'を互いに取り外し可能に連結することができる。このため、トラックセグメント70'は、各トラックセグメント70'の両端部、図示の実施形態では各トラックセグメント70'のトラックレール222の両端部、に配置された一对のトラックカプラ232を具える。トラックカプラ232は互いに相補的であり、隣接するトラックセグメント70'の対応するカプラ232の係合により、トラックセグメント70'を互いに取り外し可能に結合することができる。

【0200】

例えば、図示の実施形態では、トラックレール222の近位端234aに配置されたトラックカプラ232aは、トラックレール222の底面に形成された凹部236（図25および図28に最もよく示す）と、トラックレール222の近位端234aから延びるタブ238とを具える。対照的に、トラックレール222の遠位端234bに配置されたトラックカプラ232bは、トラックレール222の上面に形成された凹部236（図27および図29に最もよく示す）と、トラックレール222の遠位端234bから延びるタブ238とを具える。凹部236とタブ238のそれぞれの形状は同じである。このようにして、トラックセグメント70'は、隣接するトラックセグメント70'の対応する凹部236およびタブ238の係合（すなわち、図28に図示されるように、1つのトラックセグメント70'のトラックレール222の近位端234aのタブ238が、別のトラックセグメント70'のトラックレール222の遠位端238bの対応する凹部236と係合（例えば、スナップ嵌め）し得る）により互いに取り外し可能に結合され、それによりトラックセグメント70'を互いに結合することができる。トラックセグメント70'は、隣接するトラックセグメント70'の対応する凹部236およびタブ238の係合を解除することによって互いから切り離すことができる（すなわち、一方のトラックセグメント70'のトラックレール222の近位端234aのタブ238が、他方のトラックセグメント70'のトラックレール222の遠位端238bの対応する凹部236から係合解除（例えば、スナップアウト）され、それによってトラックセグメント70'を互いから切り離すことができる）。あるいは、他のタイプの対応するトラックカプラ232を利用して、複数のトラックセグメントを取り外し可能に連結するようにしてもよい。

【0201】

図30～図32を参照すると、図6および図7A～図7Dに示す各シャトル72a～72cと同様に、シャトル72'は、トラックセグメント70'上に乗るように構成されたスレッド90'（図21にも示す）と、スレッド90'によって担持され、シャトル72'（したがって、それぞれのシャトル72'に取り付けられた細長い医療器具26）を軸方向並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構92'（例えば、ギア式または摩擦式カップリング）と、スレッド90'によって担持され、軸方向駆動機構92'を作動させるように構成された軸方向アクチュエータ94'（本例ではモータ）と、スレッド90'によって担持され、シャトル72'に取り付けられる細長い医療器具26をその長手方向軸を中心に回転させるように作動されるように構成された回転駆動機構96'（本例ではモータ）と、スレッド90'に取り付けられ、細長い医療器具26に加えられる軸方向の圧縮に応答して細長い医療器具26が脱出するのを防止するように構成された座屈防止機構132'（例えば、シャトル72'が遠位方向に軸方向移動したとき、または細長い医療器具26が中を通る後続のシャトル（図示せず）が近位方向に軸方向移動したときに、細長い医療器具26が脱出するのを防止する）と、スレッド90'に取り付けられ、軸方向駆動機構92'、軸方向モータ94'、回転駆動機構96'、回転モータ94'（本例では、軸方向駆動機構92'、軸方向モータ94'、および回転モータ94'）のうちの1

以上を内包する外側ケーシング１００'（図２１～２３に最もよく示す）とを具える。

【０２０２】

図示の実施形態では、外側ケーシング１００'は、スレッド９０'の上部に取り付けられる上部ケーシング部分１００a'と、スレッド９０'の下部に取り付けられる下部ケーシング部分１００b'とを具える。図３０～３２に最もよく示されるように、下部ケーシング部分１００b'は、トラックセグメント７０'が摺動可能に受け入れられる開放チャンネル２４０を含む。開放チャンネル２４０の断面は他方のトラックセグメント７０'のトラックレール２２２の断面と厳密な公差を有し、シャトル７２'がトラックセグメント７０'に沿って安定的に走行できるようにしている。

【０２０３】

図示された実施形態では、モータ９４'、９８'の各々はステッピングモータの形態をとるが、代替実施形態では、モータ９４'、９８'は、制御ステーション１６（図１および図２に示される）によって送られる信号などの電気制御信号に応答して制御され得る任意のモータの形態をとってもよい。図３１～３２に最もよく示されるように、モータ９４'、９８'の各々は、モータボックス２４２と、モータボックス２４２内に収容されたステータ、ロータ、およびモータ電子機器（図示せず）と、モータボックス２４２内のロータに固定されたモータシャフト２４４とを具える。シャトル７２'はさらに、モータ９４'、９８'をスレッド９０'に取り付けるモータマウントブラケット２４６を具える。図示の実施形態では、モータマウントブラケット２４６およびスレッド９０'は、一体型設計であるが、代替実施形態では、モータマウントブラケット２４６は、スレッド９０'に対してそれぞれ

10

20

【０２０４】

次に図３３～３９を参照して、軸方向駆動機構９２'についてさらに詳しく説明する。この実施形態では、軸方向駆動機構９２'は、軸方向モータ９４'のモータシャフト２４４に固定されたウォームスクリュ２４８と、ウォームスクリュ２４８に機能的に結合されたウォーム-コグ歯車２５０と、ウォーム-コグ歯車２５０に機能的に結合されたコグ歯車２５４と、ラックアンドピニオン構成でコグ歯車２５４とトラックセグメント７０'の歯８４'（図２５～図２７に示す）との間に機能的に結合されたピニオン歯車２５６（図３４および図３６～図３９に示す）とを含む駆動トレインの形態をとる。ウォームスクリュ２４８はウォーム-コグ歯車２５０を駆動し、この歯車２５０が次にコグ歯車２５４を駆動し、この歯車２５４がピニオン歯車２５６を駆動し、このピニオン歯車２５６がトラックセグメント７０'の歯８４'に係合し、シャトル７２'をトラックセグメント７０'に沿って軸方向に並進させる。シャトル７２'はさらに、軸方向駆動機構９２'を安定的に一体化するために、締結具（図示せず）を介してスレッド９０'に適切に取り付けられた歯車支持ブラケット２５８（図３１～３２および３６に示す）を具える。

30

【０２０５】

ウォームスクリュ２４８は、軸方向モータ９４'のモータシャフト２４４が固定されるボア２６０を具え、ウォームスクリュ２４８がモータシャフト２４４と共に回転するようになっている。ウォーム-コグ歯車２５０は、モータシャフト２４４の軸から９０度の軸を中心に回転するように歯車支持ブラケット２５８によって固定されている。特に、ウォーム-コグ歯車２５０は、軸方向シャフト２６２と、軸方向シャフト２６２が取り付けられるボア２６４を具える。軸方向シャフト２６２の一端は、歯車支持ブラケット２５８内の貫通孔２６６内に回転可能に配置され（図３１および図３６に示す）、軸方向シャフト２６２の他端は、スレッド９０'に形成された環状フランジ２６８内に回転可能に配置され（図３６に示す）、それによってウォーム-コグ歯車２５０の横方向支持を提供する。

40

【０２０６】

ウォームスクリュ２４８は螺旋状のねじ山２７０を具え、ウォーム-コグ歯車２５０は、ウォームスクリュ２４８の螺旋状のねじ山２７０と噛み合う角度のついた歯２７４の配列を有するウォームギア２７２を具え、ウォームスクリュ２４８が回転すると、モータシ

50

シャフト 244 の軸から 90 度の軸を中心にウォーム-コグ歯車 250 の回転が生じるようになっている。ウォーム-コグ歯車 250 はさらに、ウォームギア 272 と一体化されたコグホイール 276 を具え、このコグホイール 276 がウォームギア 272 と一体となって回転する。ウォームギア 272 は、環状フランジ 268 の周囲でスレッド 90' 内に形成された円形凹部 284 (図 33 と図 36 に示す) 内に部分的に座し、その中で回転して、ウォーム-コグ歯車 250 に軸方向の安定性を追加する。

【0207】

コグ歯車 254 は、コグホイール 276 の歯 278 と噛み合う歯 286 の配列を具え、コグホイール 276 を一方向に回転させるとコグ歯車 254 が逆方向に回転するになっている。コグ歯車 254 の回転により、ピニオンギア 256 が回転する。特に、コグ歯車 254 は、コグ歯車 254 とピニオンギア 256 に同軸に取り付けられたシャフト 288 を介してピニオンギア 256 に機械的に結合される。コグ歯車 254 とピニオンギア 256 は、シャフト 288 を摺動可能に受けるそれぞれのボア 290、292 (図 36 に最もよく示す) を具える。シャフト 288 とボア 290、292 は、歯車 254、256 とシャフト 288 の間に締め込みを提供するように非円形の断面、この場合は六角形の断面を有し、コグ歯車 254 の回転により対応してピニオンギア 256 が回転するようになっている。ピニオンギア 256 は、ピニオンギア 256 の回転がシャトル 72' をトラックセグメント 70' に沿って直線方向に並進させるように、トラックセグメント 70' の歯 84' と一致して噛み合う歯 294 の配列を含む (図 25 ~ 27 に示す)。ピニオンギア 256 は、スレッド 90' と、トラックセグメント 70' の歯 84' と整列して下部ケーシング部分 100b' 内に形成された凹部 296 との間に配置されている。開口部 298 (図 30 および図 36 に最もよく示す) は、凹部 296 と下部ケーシング部分 100b' の開放チャネル 240 との間に形成され、それによってピニオンギア 256 の歯 274 が係合するためにトラックセグメント 70' の歯 84' を露出させる。シャフト 288 の一端は、スレッド 90' に形成された貫通孔 300 (図 33 と図 36 に最もよく示す) を通って延び、次に下部ケーシング部分 100b' の貫通孔 302 (図 24 に示す) を通って延びる。シャトル 72' は、ピニオンギア 256 を下部ケーシング部分 100b' の凹部 296 内に確実に保持するために、スレッド 90 の貫通孔 300 内に存在するスラストプレート 302 (図 33 および図 36 に最もよく示す) を含む。

【0208】

図 6 に示す血管内管理および追跡システム 14 と同様に、血管内管理および追跡システム 14' は、完全自動化モダリティと完全手動モダリティとの間で動的に切り替えられるように有利に設計することができる。この目的のために、シャトル 72 は手動クラッチ付き軸方向アクチュエータ 102' (図 21 ~ 23 に示される) を具え、これは手動の軸方向アクチュエータ 102' が、トラックセグメント 70' に沿ったシャトル 72' の軸方向移動を細かく制御できるように、シャトル 72' を軸方向に割り出すように手動で操作され得るという点で、図 7A ~ 7D に示すシャトル 72a ~ 72c の各々の手動軸方向アクチュエータ 102 と似ている。しかし、手動クラッチ付き軸方向アクチュエータ 102' はさらに、軸方向駆動機構 92' の少なくとも一部をトラック 70 に対して交互に係合・係合解除するように操作されるように構成されており、この場合、相補的なコグ歯車 254、254 を互いに交互に係合・係合解除することによって操作される。

【0209】

特に、手動クラッチ付き軸方向アクチュエータ 102' は、ノブ 304 (図 36 に最もよく示す) と、ボア 310 を有するスリーブ 306 とを具え、このボア 310 がコグ歯車 254 のボア 290 と一致し、スリーブ 306 がシャフト 288 上に摺動可能に配置されるように、シャフト 288 が中を貫通する。スリーブ 306 は、ノブ 304 とコグ歯車 254 の間に機械的に結合される。例えば、スリーブ 306 とコグ歯車 254 は一体型として形成され、一方でノブ 304 はねじ構成 308 を介してスリーブ 306 に固定され得る。図 31 ~ 32 に最もよく示すように、スリーブ 306 は、ギア支持ブラケット 258 に形成された貫通開口 312 を通って延び、次いで、上部ケーシング部分 100a' に形成

された貫通開口 3 1 4 (図 4 0 および図 4 2 ~ 4 3 に示す) を通って延び、それによってスリーブ 3 0 6 に、ひいてはシャフト 2 8 8 に横方向の支持を提供する。このようにして、ノブ 3 0 4 を軸方向に変位させて、コグ歯車 2 5 4 との係合 (図 3 5 参照) と係合解除 (図 3 4 参照) とを交互に行うことができる。図示された実施形態では、ノブ 3 0 4 を押してコグ歯車 2 5 4 をコグ歯車 2 5 4 に係合させ、引くことでコグ歯車 2 5 4 からコグ歯車 2 5 4 を外すことができる。

【0 2 1 0】

したがって、図 3 5 に示されるように、ノブ 3 0 4 (図 3 6 に示す) ひいてはスリーブ 3 0 6 を軸方向 2 5 2 a に変位させることによってコグ歯車 2 5 4 がコグホイール 2 7 6 に係合すると、血管内管理および追跡システム 1 4 は自動化モダリティとなり、この場合、軸方向モータ 9 4 ' を作動させてシャトル 7 2 ' をトラックセグメント 7 0 ' に沿って自動的に並進させることができる。この状態では、シャトル 7 2 ' は、軸方向モータ 9 4 ' の命令された動作なしにシャトル 7 2 ' がトラックセグメント 7 2 に沿って移動できない程度に、トラックセグメント 7 0 ' 上の所定位置に停止またはロックされていると考えることもできる。

10

【0 2 1 1】

対照的に、図 3 4 に示されるように、ノブ 3 0 4 (図 3 6 に示す) ひいてはスリーブ 3 0 6 を軸方向 2 5 2 b に変位させることによってコグ歯車 2 5 4 がコグホイール 2 7 6 から係合解除すると、血管内管理および追跡システム 1 4 は手動モダリティとなり、この場合、軸方向モータ 9 4 ' の動作は、シャトル 7 2 ' をトラックセグメント 7 0 ' に沿って自動的に並進させることができない。ただし、ノブ 3 0 4 ひいてはスリーブ 3 0 6 を、時計回り方向または反時計回り方向に回転させて (図 3 4 に示す矢印 3 1 6 参照)、シャトル 7 2 ' をトラックセグメント 7 0 ' に沿って手動で並進させることができる。特に、スリーブ 3 0 6 のボア 3 1 0 は、スリーブ 3 0 6 とシャフト 2 8 8 の間に締め込みがもたらされるように、シャフト 2 8 8 の断面 (この場合、六角形) と一致する非円形の断面を有する。このようにして、ノブ 3 0 4 の回転によりスリーブ 3 0 6 が回転し、その回転がシャフト 2 8 8 を回転させ、その回転がピニオンギア 2 5 6 を回転させ、それによってシャトル 7 2 ' をトラックセグメント 7 0 ' に沿って直線方向に並進させる。軸方向モータ 9 4 ' および軸方向駆動機構 9 2 ' の大部分 (すなわち、ピニオンギア 2 5 6 以外のすべての機構) がトラックセグメント 7 0 ' から切り離されているので、シャトル 7 2 ' は代替的に、ノブ 3 0 4 を操作することなく、細かく制御された状態ではないが、ノブ 3 0 4 の回転によってトラックセグメント 7 0 ' に沿って直接手で移動することができる。

20

30

【0 2 1 2】

図 4 0 ~ 4 2 を参照して、回転駆動機構 9 6 ' についてさらに詳しく説明する。本実施形態では、回転駆動機構 9 6 ' は、回転モータ 9 8 ' (図 3 1 ~ 3 2 に示す) のモータシャフト 2 4 4 に取り付けられたコグ歯車 3 1 8 と、コグ歯車 3 1 8 に機能的に連結されたコグ歯車 3 2 0 とを具える。コグ歯車 3 1 8 は、回転モータ 9 8 ' のモータシャフト 2 4 4 が固定されるボア 3 2 2 を具え、コグ歯車 3 1 8 がモータシャフト 2 4 4 と共に回転するようになっている。

【0 2 1 3】

コグ歯車 3 2 0 はボア 3 2 4 を具え、ここに細長い医療器具 2 6 が取り付けられる部品 (図 4 0 ~ 4 1 には図示せず) が固定され、コグ歯車 3 2 0 がモータシャフト 2 4 4 と共に回転するようになっている。図 4 0 に示す実施形態では、シャトル 7 2 ' は、流体機能を有する細長い医療器具 2 6、例えば、ガイドシース 2 6 a または作業カテーテル 2 6 b と共に使用されるものであり、この場合、そのような部品は、それぞれの細長い医療器具 2 6 が機械的かつ流体的に結合される R H V 1 1 2 のオス型の T o u h y - B o r s t コネクタ 1 2 2 (図 8 に示す) となる。あるいは、シャトル 7 2 ' が流体機能を持たない細長い医療器具 2 6、例えばガイドワイヤ 2 6 c と共に使用される場合、そのような部品は、それぞれの細長い医療器具 2 6 の近位端にあるコレット 5 6 (図 3 に示す) となる。

40

【0 2 1 4】

50

コグ歯車 318 はコグ歯車 320 を駆動し、コグ歯車 320 は細長い医療器具 26 をシャトル 72' に対して回転させる。このため、コグ歯車 318、320 はそれぞれ、コグ歯車 318 の一方向の回転がコグ歯車 320 を反対方向に回転させるように、互いに一致し噛み合う歯 326、328 の構成を有している。図示の実施形態では、回転駆動機構 96' はケーシング 100 の外側にあり、したがって、上部ケーシング部分 100a は開口 330 を有し、この開口を通して細長い医療器具 26 と共にコグ歯車 320 が延在し、この開口を通して回転モータ 98' のモータシャフト 244 の遠位部分と共にコグ歯車 318 が延在する。

【0215】

図示の実施形態では、軸方向駆動機構 92' および回転駆動機構 96' の各構成要素は、金属（例えば、ステンレス鋼または真鍮）、プラスチック（例えば、アセタールまたはナイロン）、またはそれらの組み合わせなどの適切な剛性材料で構成され得る。

【0216】

図 40～42 に示す実施形態では、シャトル 72' は、流体機能を有する細長い医療器具 26 と共に使用される。この場合、シャトル 72' はさらに RHV 112 を具え、図示の実施形態では、RHV 112 のオス型 T o u h y - B o r s t コネクタの周りに取り付けられた歯車 320 とともに交換できるように、外側ケーシング 100' 内に取り外し可能に取り付けられる。図 41 に示されているように、RHV 112 の円筒形チューブ 118 の遠位端は開口 330 を通って延びる。上部ケーシング部分 100a' は、RHV 112 の円筒形チューブ 118 の近位端が延びる追加の開口 332 と、RHV 112 の側部アーム 124 の端が貫通する追加の開口 334 を具える。

【0217】

図 31～32 に最もよく示されるように、モータマウントブラケット 246 とギア支持ブラケット 258 は、上部ケーシング部分 100a' がスレッド 90' に取り付けられるときに、RHV 112 が所定の位置に安定的に保持されるように、互いに相対的に配置されている。特に、RHV 112 は、モータマウント 254 とギア支持ブラケット 258 との間に入れ子式に配置され、RHV 112 の円筒形チューブ 118 がモータマウント 254 間の空間 336 内に配置され、RHV 112 の側部アーム 124 が、軸方向モータ 94' に関連するモータマウント 254 とギア支持ブラケット 258 との間の空間 338 内に配置される。また、RHV 112 の円筒形チューブ 118 は、上部ケーシング部分 110a' がスレッド 90' に固定されるときに、上部ケーシング部分 110a' の内面とモータマウント 254 の間の空間 336 との間に挟まれてもよい。図 43 に示されるように、上部ケーシング部分 100a' の内面は、上部ケーシング部分 100a' がスレッド 90' に取り付けられるときに円筒形チューブ 118 の円弧状セグメントを収容するための開いた円弧状チャネル 340 を具え、それによって RHV 112 の横方向の動きを防止する。上部ケーシング部分 100a' の内面は、上部ケーシング部分 100a' がスレッド 90' に取り付けられるときに円筒形チューブ 118 の中心にしっかりと係合するように構成された隆起した円弧状部分 342 をさらに具える。

【0218】

次に図 44～49 を参照して、座屈防止機構 132' について詳しく説明する。座屈防止機構 132' は、一対の平行なブラケット 350a、350b と一対のクロスサポート 352a、352b とによって形成されるハウジング 134' と、ハウジング 134' 内に巻き取られハウジング 134' から繰り出される軸方向分割シース 136' とを具える。

【0219】

座屈防止機構 132' は、ハウジング 134' の近位端に配置され、図示の実施形態ではブラケット 350a、350b の間に回転可能に取り付けられた巻き取りリール 152' をさらに具える。特に、巻き取りリール 152' は、スプール 354 と、回転軸 356 と、巻き取りリール 152' の回転軸 356 を通って延びるシャフト 358 とを具える。ハウジング 134' の近位端には、それぞれブラケット 350a、350b を貫通して形成され、巻き取りリール 152' のシャフト 358 の両端部が回転可能に配置される一対の

穴 3 6 0 が形成されており、スプール 3 5 4 が、ハウジング 1 3 4 ' に対して巻取りリール 1 5 2 ' の回転軸 3 5 6 を中心に回転して、交互に、ハウジング 1 3 4 ' 内に巻き取られるときには軸方向分割シース 1 3 6 ' の扁平の近位部分 1 4 8 b ' を巻き取り、ハウジング 1 3 4 ' から繰り出されるときには軸方向分割シース 1 3 6 ' の扁平の近位部分 1 4 8 b ' を繰り出し得る。

【0 2 2 0】

座屈防止機構 1 3 2 ' はさらに、ハウジング 1 3 4 ' 内に配置され、図示の実施形態ではブラケット 3 5 0 a、3 5 0 b 間に回転可能に取り付けられた扁平化機構 1 5 4 ' を具える。特に、扁平化機構 1 5 4 ' は、軸方向分割シース 1 3 6 ' が間に配置されるピンチローラ 1 5 4 a ' ~ 1 5 4 c ' を具える。

10

【0 2 2 1】

ピンチローラ 1 5 4 a ' は、均一な直径の摩擦面 3 6 4 を有するドラム 3 6 2 と、回転軸 3 6 6 と、ピンチローラ 1 5 4 a ' の回転軸 3 6 6 を通って延びるシャフト 3 6 8 とを具える。ドラム 3 6 2 は、ブラケット 3 5 0 a、3 5 0 b の間の空間全体に実質的に広がり、それによって摩擦面 3 6 4 と軸方向分割シース 1 3 6 の扁平の近位部分 1 4 8 b ' との間の接触面積が最大化される。ハウジング 1 3 4 ' の遠位端には、それぞれブラケット 3 5 0 a、3 5 0 b を貫通して形成され、ピンチローラ 1 5 4 a ' のシャフト 3 6 8 の両端部が回転可能に配置される一対の穴 3 7 0 を具え、ドラム 3 6 2 がハウジング 1 3 4 ' に対してピンチローラ 1 5 4 a ' の回転軸 3 6 6 を中心に回転し得るようになっている。

【0 2 2 2】

20

各ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' は、凹状の摩擦面 3 7 4 を有するホイール 3 7 2 と、回転軸 3 7 6 と、各ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' の回転軸 3 7 6 を通って延びるシャフト 3 7 8 (図 4 7 に最もよく示す) とを含む。ハウジング 1 3 4 ' の遠位端は、それぞれブラケット 3 5 0 a、3 5 0 b を貫通する一対の穴 3 8 0 を具える。ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' のシャフト 3 7 8 は、それぞれ穴 3 8 0 に回転可能に配置される。ブラケット 3 5 0 a、3 5 0 b の穴 3 8 0 は、ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' の回転軸 3 7 6 が同軸になり、かつ、ピンチローラ 1 5 4 a ' のシャフト 3 6 8 が回転可能に取り付けられる穴 3 7 0 からオフセットするように互いに位置合わせされ、ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' が、ピンチローラ 1 5 4 a ' と、ドラム 3 6 2 およびホイール 3 7 2 の摩擦面 3 6 4、3 7 4 が互いに接触するか、さもなければ互いに近接する距離だけオフセットし、それによって軸方向分割シース 1 3 6 ' がピンチローラ 1 5 4 a ' とピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' との間を近位方向 1 5 0 ' に軸方向並進されるにつれて、その管状の遠位部分 1 4 8 a ' が、連続的にその移行部分 1 4 8 c へと変形し、次いで、その扁平の近位部分 1 4 8 b ' に変形する。

30

【0 2 2 3】

注目すべきことに、軸方向分割シース 1 3 6 ' の移行部分 1 4 8 c ' の対向する縁部 3 8 2 は、ピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' のホイール 3 7 2 の凹状摩擦面 3 7 4 内に捕捉され、それによって扁平の近位部分 1 4 8 b ' がピンチローラ 1 5 4 a ' とピンチローラ 1 5 4 b '、1 5 4 c ' との間に適切に整列されることが保証され、扁平化機構 1 5 4 ' は、軸方向分割シース 1 3 6 ' が近位方向 1 5 0 ' に軸方向移動する際に、管状の遠位部分 1 4 8 a ' を扁平の近位部分 1 4 8 b ' にしっかりと変形させる。クロスサポート 3 5 2 a は、巻取りリール 1 5 2 ' と扁平化機構 1 5 4 ' との間に配置され、軸方向分割シース 1 3 6 ' の扁平の近位部分 1 4 8 b ' が摺動する平坦な支持面を有し、それによって軸方向分割シース 1 3 6 ' の扁平の近位部分 1 4 8 b ' が、巻取りリール 1 5 2 ' と扁平化機構 1 5 4 ' との間で確実に扁平状態のままにする。

40

【0 2 2 4】

座屈防止機構 1 3 2 ' は、扁平化機構 1 5 4 ' より遠位のハウジング 1 3 4 ' の遠位端に配置されたチューブ形成機構 1 5 6 ' をさらに具える。チューブ形成機構 1 5 6 ' は、軸方向分割シース 1 3 6 ' が配置される開口 3 8 6 を有するリング 3 8 4 を具える。

【0 2 2 5】

50

リング 384 は、軸方向分割シース 136' の外面に接触する開口 386 を囲む円弧状の支持面 388 を有している。開口 386 の直径は、軸方向分割シース 136' の管状遠位部分 148a' の直径よりもわずかに大きい、扁平の近位部分 148b' の幅よりもはるかに小さく、軸方向分割シース 136' がリング 384 の開口 378 を通って遠位方向 150' に軸方向並進するにつれて、その扁平の近位部分 148b' は、その移行部分 148c' からその管状遠位部分 148a' へと絶えず変形されるようになっている。リング 384 は、剛性支持体 390 を介してブラケット 350a、350b の間に固定されている。

【0226】

図 44 および図 48 に最もよく示されるように、細長い医療器具 26' は、管状の遠位部分 148a' と移行部分 148c' との間の境界部で、軸方向分割シース 136' の露出した中央ルーメン 144' に装填され得る。

【0227】

図 49 を参照すると、座屈防止機構 132' の任意の実施形態は、ハウジング 134' 内に巻き取られる際に、軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' を巻き取るように巻き取りリール 152' (図 44 ~ 47 に示される) にバイアスをかけるように構成された巻き取りバイアス機構 392 をさらに具える。

【0228】

図示の実施形態では、巻き取りバイアス機構 392 は、巻き取りリール 152' に取り付けられたアイドラプリー 394 を具え、巻き取りリール 152' がアイドラプリー 394 と一体となって回転するようになっている。特に、アイドラプリー 394 は、巻き取りリール 152' のシャフト 358 が固定されるボア 400 を具え、アイドラプリー 394 は巻き取りリール 152' の回転軸 356 を中心に、巻き取りリール 152' とともに回転するようになっている。

【0229】

巻き取りバイアス機構 392 はさらに、軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' がハウジング 134' 内に巻き取られるときに回転するように構成された駆動プリー 396 を具える。図示の実施形態では、駆動プリー 396 がピンチローラ 154a' ~ 154c' のうちの 1 つ、特にピンチローラ 154a' (図 45 ~ 48 に示す) (軸方向分割シース 136' がハウジング 134' 内に巻き取られる際に回転する) に取り付けられ、駆動プリー 396 がピンチローラ 154a' と一体となって回転するようになっている。駆動プリー 396 は、ピンチローラ 154a' の回転軸 366 を中心にピンチローラ 154a' とともに回転するように、ピンチローラ 154a' のシャフト 368 がそこを通過して取り付けられるボア 402 を具える。代替の実施形態において、駆動プリー 396 は、ハウジング 134' 内に巻き取られる際に軸方向分割シース 136' の軸方向並進に登録される (registered) 他の構成要素 (例えば、トラック 70') に直接的または間接的に結合されてもよい。

【0230】

巻き取りバイアス機構 392 は、アイドラプリー 394 を駆動プリー 396 に連結する駆動ベルト 398 をさらに具え、駆動プリー 396 の回転に応答してアイドラプリー 394 が回転するようになっている。好ましくは、駆動プリー 396 は、ハウジング 134' 内に巻き取られる際に、軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' に一定の張力を維持する回転速度で、駆動ベルト 398 を介してアイドラプリー 394 を駆動する。このため、アイドラプリー 394 の直径は駆動プリー 396 の直径よりも小さく、駆動プリー 396 がアイドラプリー 394 をオーバードライブするようになっている。

【0231】

図 50 を参照すると、介入がなければ、巻き取りリール 152' と共に回転している、軸方向分割シース 136' の巻き取られた扁平の近位部分 148b' (すなわち、巻き取りリール 152' に巻き付いている部分) の線速度は、その直径 D が大きくなるにつれて増大する傾向にあり、それにより、ハウジング 134' に対する軸方向分割シース 136' の

管状の遠位部分 148a' の線速度の不一致が生じる可能性があり、座屈防止機構 132' を乱す可能性があることを理解されたい。したがって、巻き取りバイアス機構 392 は、巻き取られる平坦な近位部分 148b' の直線速度とハウジング 134' に対する軸方向分割シース 136' の直線速度とを一致させるように構成されたある種のクラッチ機構を含むことが好ましい。

【0232】

図示の実施形態では、クラッチ機構はアイドルプーリ 394 と駆動ベルト 398 の間の摩擦クラッチの形態をとる。したがって、軸方向分割シース 136' の巻き取られる扁平の近位部分 148b' の直線速度が、ハウジング 134' に対する軸方向分割シース 136' の管状の遠位部分 148a' の直線速度よりも増加する傾向があるため、結果として生じる軸方向分割シース 136' の張力の増加が駆動ベルト 398 の張力の増加に変換され、それによって駆動ベルト 398 がアイドルプーリ 394 に対してスリップする原因となる。したがって、このようなスリップにより巻き取りリール 152' の回転速度が低下し、したがって、軸方向分割シース 136' の巻き取られる扁平の近位部分 148b' の線速度が、ハウジング 134' に対する軸方向分割シース 136' の管状の遠位部分 148a' の線速度に合わせて低下する。上述したように、軸方向分割シース 136' の巻き取られる扁平の近位部分 148b' の最小線速度が、ハウジング 134' に対する軸方向分割シース 136' の管状遠位部分 148a' の線速度よりも少なくともわずかに大きくなり、軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' がハウジング 134' 内で巻き取られる際に一定の張力がかかるように、駆動プーリ 396 とアイドルプーリ 394 との間の直径比を（好ましくは、オーバードライブ構成において 1 より大きく）設定することができることを理解されたい。

【0233】

任意の実施形態において、巻き取りバイアス機構 392 はアイドルプーリ 394 に関連するラチェット（図示せず）を具え、軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' がハウジング 132' から繰り出される際に、巻き取りリール 152' から巻き出されるにつれて、アイドルプーリ 394 がフリースピンするようになっている。

【0234】

次に図 51～図 55 を参照して、図 20～図 24 に示すシャトル 72' に使用できる座屈防止機構 132'' の代替実施形態について説明する。座屈防止機構 132'' は、図 44～図 49 に図示した座屈防止機構 132' と同様であるが、座屈防止機構 132'' は、扁平化機構と巻き取りリールとの間の距離が大幅に短縮されている点で、よりコンパクトである点が異なる。その結果、扁平化機構と巻き取りリールとの間の軸方向分割シース 136' の扁平化された近位部分は、扁平化された状態を維持しやすくなる。

【0235】

座屈防止機構 132'' は、一対の平行なブラケット 450a、450b と一対のクロスサポート 452a、452b とによって形成されるハウジング 134'' と、ハウジング 134'' 内に巻き取られハウジング 134'' から繰り出される軸方向分割シース 136'（図 44～49 に示す）とを具える。

【0236】

座屈防止機構 132' は、ハウジング 134'' の近位端に配置され、図示の実施形態ではブラケット 450a、450b の間に回転可能に取り付けられた巻き取りリール 152'' をさらに具える。特に、巻き取りリール 152'' は、スプール 454 と、回転軸 456 と、巻き取りリール 152'' の回転軸 456 を通って延びるシャフト 458 とを具える。ハウジング 134'' の近位端には、それぞれブラケット 450a、450b を貫通して形成され、巻き取りリール 152'' のシャフト 458 の両端部が回転可能に配置される一対の穴 460 が形成されており、スプール 454 が、ハウジング 134'' に対して巻き取りリール 152'' の回転軸 456 を中心に回転して、交互に、ハウジング 134'' 内に巻き取られるときには軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b' を巻き取り、ハウジング 134'' から繰り出されるときには軸方向分割シース 136' の扁平の近位部分 148b'

を繰り出し得る。

【0237】

座屈防止機構132'はさらに、ハウジング134"内に配置され、図示の実施形態ではブラケット450a、450b間に回転可能に取り付けられた平坦化機構154"を具える。図示の実施形態では、扁平化機構154"は、軸方向分割シース136'が間に配置されるピンチローラ154a"、154b"を具える。

【0238】

ピンチローラ154a"は、均一な直径の摩擦面464を有するドラム462と、回転軸466と、ピンチローラ154a"の回転軸466を通して延びるシャフト468とを具える。ドラム462は、ブラケット450a、450bの間の空間全体に実質的に広がり、それによって摩擦面464と軸方向分割シース136'の扁平の近位部分148b'との間の接触面積が最大化される。ハウジング134'の遠位端には、それぞれブラケット450a、450bを貫通して形成され、ピンチローラ154a"のシャフト468の両端部が回転可能に配置される一対の穴470を具え、ドラム462がハウジング134"に対してピンチローラ154a"の回転軸466を中心に回転し得るようになっている。

【0239】

ピンチローラ154b"はダンベル型形状である。特に、ピンチローラ154b"は、セクターバー471と、バー471にまたがる一対の拡大ホイール472とを具え、各ホイールは、凸状の摩擦面474と、回転軸476と、ピンチローラ154b"の回転軸476を通して延びるシャフト478とを有する。ハウジング134"の遠位端は、それぞれブラケット450a、450bを貫通する一対の穴480を具える。ピンチローラ154b"のシャフト478は、穴480に回転可能に配置される。ブラケット450a、450bの穴480は、ピンチローラ154a"のシャフト468が回転可能に取り付けられる穴470からオフセットされており、その結果、ドラム462およびホイール472の摩擦面464、474が互いに接触するか、さもなければ互いに近接する距離だけピンチローラ154b'がピンチローラ154a'からそれらの回転軸466、467の垂直方向にオフセットされ、それによって軸方向分割シース136'がピンチローラ154a"とピンチローラ154b"との間を近位方向150'に軸方向並進されるにつれて、その管状の遠位部分148a'が、連続的にその移行部分148c'へと変形し、次いで、その扁平の近位部分148b'に変形する。

【0240】

注目すべきことに、軸方向分割シース136'の移行部分148c'の対向する縁部382は、ピンチローラ154b"のホイール472の凸状摩擦面474の周りを取り巻き、それによって扁平の近位部分148b'がピンチローラ154a"とピンチローラ154b"との間に適切に整列されることが保証され、扁平化機構154"は、軸方向分割シース136'が近位方向150'に軸方向移動する際に、管状の遠位部分148a'を扁平の近位部分148b'にしっかりと変形させる。

【0241】

座屈防止機構132'はさらに、扁平化機構154"より遠位のハウジング134"の遠位端に配置されたチューブ形成機構156"を含んでいる。チューブ形成機構156"は、軸方向分割シース136'が配置される開口486（図52に最も良く示す）を有するアーチ484を具える。アーチ484は、軸方向分割シース136'の外面に接触する開口486を取り囲む円弧状の支持面488を有する。開口486の直径は、軸方向分割シース136'の管状遠位部分148a'の直径よりもわずかに大きい、扁平の近位部分148b'の幅よりもはるかに小さく、軸方向分割シース136'がアーチ484の開口478を通して遠位方向150"に軸方向並進するにつれて、その扁平の近位部分148b'は、その移行部分148c'からその管状遠位部分148a'へと絶えず変形されるようになっている。アーチ484は、剛性支持体490を介してブラケット450a、450bの間に固定されている。

【0242】

カテーテル追跡および管理システム 14、14' は両方とも、制御ステーション 16 のマスタ入力装置 194 におけるオペレータ 24 からの直接入力に回答してシャトルの各々が独立して軸方向に並進されるという点で完全に自動化されているが、代替実施形態では、カテーテル追跡および管理システムは、手動／自動のハイブリッド（すなわち、半自動）モード（自動支援システムとしても知られる）で動作することができ、シャトルの少なくとも 1 つを、オペレータ 24 がシャトルの別の 1 つをトラックに沿って手動で軸方向に並進させるのに回答して、トラックに沿って自動的に軸方向に並進させることができる。このようなマスタ・スレーブ構成により、主たるオペレータによる 1 つの血管内デバイスの手動動作を用いて別の血管内デバイスの自動動作を制御することにより、複数のオペレータ（例えば、医師である一次オペレータと、訓練された助手である二次オペレータ）が医療処置を行う必要性がなくなる。したがって、このような半自動マスタ・スレーブ構成により、二次オペレータを排除することができ、医療処置のワークフローが改善される。

10

【0243】

例えば、図 56 に示す一般化された一実施形態では、カテーテル追跡および管理システム 14-1 のシャトルの 1 つがマスタシャトル 72_m であり、シャトルの他の少なくとも 1 つがスレーブシャトル 72_s となるように設計することができる。マスタシャトル 72_m、したがってマスタシャトル 72_m に取り付けられた細長い医療器具 26_m をトラック 70-1 に沿って手動で軸方向並進させることに回答して（例えば、マスタシャトル 72_m を軸方向に割り出すようにスタシャトル 72_m の手動アクチュエータを手動操作することによって、またはマスタシャトル 72_m を手で直接動かすことによって）、スレーブシャトル 72_s、したがってスレーブシャトル 72_s に取り付けられた細長い医療器具 26_s は、トラック 70-1 に沿ったマスタシャトル 72_m の軸方向並進と同期してトラック 70-1 に沿って軸方向に並進し、したがって細長い医療器具 26_s が細長い医療器具 26_m の軸方向並進と同期してトラック 70-1 に沿って軸方向に並進する。

20

【0244】

例えば、スレーブシャトル 72_s は軸方向並進比に従ってトラック 70 に沿って軸方向に並進することができ（例えば、スレーブシャトル 72_s は、マスタシャトル 72_m がトラック 70-1 に沿って軸方向並進したときに、半分の距離、同じ距離（1 の軸方向並進比）、2 倍の距離など）、これは正であってもよいし（マスタシャトル 72_m およびスレーブシャトル 72_s がトラック 70 に沿って同じ方向に軸方向並進される）、負であってもよい（マスタシャトル 72_m およびスレーブシャトル 72_s がトラック 70 に沿って反対方向に軸方向並進される）。

30

【0245】

マスタシャトル 72_m はシャトルのうちの後続（遠位）のものとして図示され、スレーブシャトル 72_s はシャトルのうちの先行（近位）のものとして図示されているが、代替実施形態では、マスタシャトル 72_m がシャトルの先行（近位）のものであり、スレーブシャトル 72_m がシャトルの後続（遠位）のものであってもよいことを理解されたい。さらに、任意の時点で、シャトル 72 のいずれか 2 つのマスタ／スレーブ機能は、シャトル 72 の他方ではなくシャトル 72 の一方を手動で並進させるだけで切り替えらることができる。例えば、後続のシャトルを手動で並進させるだけで、後続のシャトルをスレーブシャトル 72_s からマスタシャトル 72_m に切り替えることができ、この場合、先行のシャトルはマスタシャトル 72_m からスレーブシャトル 72_s に切り替えられ、トラック 70-1 に沿った後続のシャトルの軸方向並進と同期してトラック 70-1 に沿って軸方向並進される。その後、先行シャトルを手動で並進させることによって、先行のシャトルをスレーブシャトル 72_s からマスタシャトル 72_m に切り替えることができ、この場合、後続のシャトルはマスタシャトル 72_m からスレーブシャトル 72_s に切り替えられ、トラック 70-1 に沿った先行シャトルの軸方向並進と同期してトラック 70-1 に沿って軸方向並進される。

40

【0246】

マスタシャトル 72_m とスレーブシャトル 72_s との間の軸方向変位を同期させるため

50

に、トラック 70-1 に沿ったマスタシャトル 72_m の軸方向移動に同期してスレーブシャトル 72_s が軸方向移動するように、トラック 70-1 に沿ったマスタシャトル 72_m の手動による軸方向移動に応答してスレーブシャトル 72_s の軸方向駆動機構（図 56 には図示せず）を作動させるコントローラ 500 が採用される。

【0247】

図 57 に示されるカテテル追跡および管理システム 14-1 a の 1 つの例示的な実施形態では、このようなコントローラは電気コントローラ 500 a であり、例えば制御ステーション 16 のプロセッサであってもよく、このプロセッサは、有線または無線接続（例えば、図 6 の制御ステーション 16 とシャトル 72 a ~ 72 c との間の通信のために上述された有線または無線接続）を介してマスタシャトル 72_m から電気信号を受信することができ、トラック 70 に対するマスタシャトル 72_m の位置を示す。この実施形態では、カテテル追跡および管理システム 14-1 は、トラック 70 に対するマスタシャトル 72_m の位置を符号化する 1 以上のエンコーダ 540 と、エンコーダ 540 を読み取り、トラック 70 に対するマスタシャトル 72_m の位置を示す電気信号 544 を出力するように構成された 1 以上のセンサ 542 とを具える。

10

【0248】

一実施形態では、エンコーダ 540 はトラック 70 に沿って配置され、センサ 542 はマスタシャトル 72_m に配置される。例えば、エンコーダ 540 は、トラック 70 の長さに沿って延在する一連の基準要素（例えば、図 7 C ~ 図 7 D に示す基準要素 86 と同様）を具えることができ、センサ 542 は、マスタシャトル 72_m 上（例えば、図 30 ~ 図 32 に図示されるスレッド 90' 上）に配置され、基準要素 540 を（例えば、光学的、磁氣的、容量的などで）読み取るように構成される基準要素リーダを具え得る。次いで、コントローラ 500 a は、スレーブシャトル 72_s がマスタシャトル 72_m と同期してトラック 70-1 に沿って軸方向並進するように、電気信号 498 に基づいて（例えば、スレーブシャトル 72_s の軸方向駆動機構 92'（図 31 ~ 図 39 に示す）を制御することによって）第 1 の軸方向駆動機構を制御することができる。

20

【0249】

図 7 C ~ 7 D に示す基準要素 86 に関して上述したように、基準要素 540 は、マスタシャトル 72_m の軸方向駆動機構 92'（図 31 ~ 39 に図示）の回転部品に代替的に配置され、一方、基準要素センサ 540 は、ケーシング 100'（図 21 ~ 23 に図示）の内面あるいは他のマスタシャトル 72_m 内の固定フレーム構造に配置されてもよい。他の代替実施形態では、シグナリング（例えば、光学的、誘導性、容量性、無線周波数（RF）等）を用いて位置センシングを実行できる能動電子コンポーネント（例えば、送受信機対）をトラック 70' およびマスタシャトル 72_m に埋め込んでもよい。さらに他の代替実施形態では、マスタシャトル 72_m に関連付けられた細長い医療器具 26 の遠位端に基準要素（図示せず）を配置することができ、この基準要素を、トラック 70' に対するマスタシャトル 72_m の位置を直接追跡するのではなく、細長い医療器具 26 の位置を直接追跡するために、X 線透視撮像装置（図示せず）などの視覚ベースのシステムによって視覚的に感知するようにしてもよい。

30

【0250】

図 58 に示すカテテル追跡および管理システム 14-1 b の別の例示的な実施形態では、コントローラ 500 は機械的コントローラ 500 b であり得る。この実施形態では、マスタシャトル 72_m は、トラック 70-1 に乗るように構成されたスレッド 90_m と、スレッド 90_m に担持され、トラック 70-1 に沿ってマスタシャトル 72_m、したがって細長い医療器具 26_m（図 56 に示す）を軸方向並進させるように作動されるように構成された軸方向駆動機構 92_m と、スレッド 90_m に担持され、軸方向駆動機構 92_m を作動させるように構成された手動アクチュエータ 102_m とを具える。同様に、スレーブシャトル 72_s は、トラック 70-1 に乗るように構成されたスレッド 90_s と、スレッド 90_s に担持され、トラック 70-1 に沿ってスレーブシャトル 72_s、したがって細長い医療器具 26_s（図 56 に示す）を軸方向並進させるように作動されるように構成さ

40

50

れた軸方向駆動機構 9 2_sと、スレッド 9 0_sに担持され、軸方向駆動機構 9 2_sを作動させるように構成されたオプションの手動アクチュエータ 1 0 2_sとを具える。

【0 2 5 1】

任意の実施形態では、マスタシャトル 7 2_mは、スレッド 9 0_mに担持され、細長い医療器具 2 6_mをマスタシャトル 7 2_mに対してその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成された回転駆動機構（図示せず）をさらに具える。同様に、スレーブシャトル 7 2_sは、スレッド 9 0_sに担持され、細長い医療器具 2 6_sをスレーブシャトル 7 2_sに対してその長手方向軸を中心に回転させるように作動するように構成された回転駆動機構（図示せず）をさらに具える。マスタシャトル 7 2_mおよびスレーブシャトル 7 2_sは、それぞれ回転駆動機構を作動させるように構成された手動アクチュエータ（図示せず）を含んでいてもよい。マスタシャトル 7 2_mおよびスレーブシャトル 7 2_sの一方または両方は、それぞれの細長い医療器具 2 6_m、2 6_sに加えられる軸方向の圧縮に
10 応答してそれぞれの細長い医療器具 2 6_m、2 6_sが脱出するのをそれぞれ防止するように構成された座屈防止機構（図示せず）を含んでもよい。

【0 2 5 2】

上述した血管内管理および追跡システム 1 4'、1 4"に関して上述したのとほぼ同じ方法で、マスタシャトル 7 2_mの手動アクチュエータ 1 0 2_mをその回転軸 5 0 4 aを中心に時計回り方向または反時計回り方向 5 0 2 aのいずれかに回転させると、マスタシャトル 7 2_mは軸方向駆動機構 9 2_mを介してトラック 7 0-1に沿って近位方向 1 5 0 aまたは遠位方向 1 5 0 bのいずれかにマスタシャトル 7 2_mを軸方向に並進させ、一方、ス
20 レーブシャトル 7 2_sのオプションの手動アクチュエータ 1 0 2_mを、その回転軸 5 0 4 bを中心とする時計回り方向または反時計回り方向 5 0 2 bのいずれかへに回転させると、軸方向駆動機構 9 2_sを介してトラック 7 0-1に沿って近位方向 1 5 0 aまたは遠位方向 1 5 0 bのいずれかにスレーブシャトル 7 2_sを軸方向に並進させる。

【0 2 5 3】

しかしながら、トラック 7 0-1に沿ってマスタシャトル 7 2_mを軸方向並進させることに加えて、マスタシャトル 7 2_mの手動アクチュエータ 1 0 2_mをその回転軸 5 0 4 aを中心に回転させることにより、図 5 6に関して上述したように、正または負の軸方向並進比にしたがって、トラック 7 0-1に沿ってスレーブシャトル 7 2_sを近位方向 1 5 0 aまたは遠位方向 1 5 0 bのいずれかに軸方向に並進させるように、機械的コントローラ 5 0 0 bを介してスレーブシャトル 7 2_sの軸方向駆動機構 9 2_sを作動させる。オプションの手動アクチュエータ 1 0 2_sをスレーブシャトル 7 2_sに設けられている場合には、シャトル 7 2_sがマスタシャトルとして機能し、シャトル 7 2_mがスレーブシャトルとして機能するようにシャトル 7 2_m、7 2_sの機能を切り替えることができる。この場合、シャトル 7 2_sをトラック 7 0-1に沿って軸方向に並進させることに加えて、シャトル 7 2_sのオプションの手動アクチュエータ 1 0 2_sをその回転軸 5 0 4 bに沿って回転させると、機械的コントローラ 5 0 0 bを介してシャトル 7 2_mの軸方向駆動機構 9 2_mも作動し、正または負の軸方向並進比にしたがって、シャトル 7 2_mをトラック 7 0-1
30 に沿って近位方向 1 5 0 aまたは遠位方向 1 5 0 bのいずれかに軸方向に並進させる。

【0 2 5 4】

このため、機械的コントローラ 5 0 0 bは、マスタおよびスレーブシャトル 7 2_m、7 2_sのそれぞれの軸方向駆動機構 9 2_m、9 2_s間に機械的に結合された制御シャフトの形態をとる。制御シャフト 5 0 0 bは、マスタシャトル 7 2_mの軸方向駆動機構 9 2_mの作動に
40 応答して、その長手方向軸 5 0 8を中心に回転（双方向矢印 5 0 6で示す）するように構成されている。スレーブシャトル 7 2_sの軸方向駆動機構 9 2_sは、その長手方向軸 5 0 8を中心とする制御シャフト 5 0 0 bの回転に
50 応答して作動するように構成されている。その結果、マスタおよびスレーブシャトル 7 2_m、7 2_sは、正または負の軸方向並進比にしたがって同期してトラック 7 0-1に沿って軸方向に並進する。

【0 2 5 5】

以下にさらに詳述するように、制御シャフト 5 0 0 bは、軸方向駆動機構 9 2_m、9 2

10

20

30

40

50

s の間に機械的に結合され、制御シャフト500bとマスタおよびスレーブシャトル72m、72sの一方とが同時に軸方向並進するように構成される一方、制御シャフト500bとマスタおよびスレーブシャトル72m、72sの他方とが互いに相対的に軸方向並進するように構成されている。図示の実施形態では、制御シャフト500bとマスタシャトル72mは一体に軸方向並進するように構成され、制御シャフト500bとスレーブシャトル72sは互いに相対的に軸方向並進するように構成されている。

【0256】

以下にさらに詳述するように、制御シャフト500bは、マスタおよびスレーブシャトル72m、72sの軸方向駆動機構92m、92s間に着脱可能に機械的に結合されており、その結果、血管内管理および追跡システム14-1はマスタ・スレーブ構成の間で切り替えることができ、トラック70-1に沿ったスレーブシャトル72sの軸方向並進が、マスタシャトル72mの手動アクチュエータ102mの操作に応答して、トラック70-1に沿ったマスタシャトル72mの軸方向並進と同期される構成と、マスタおよびスレーブシャトル72m、72sの手動アクチュエータ102m、102sの操作に応答してマスタおよびスレーブシャトル72m、72sの軸方向並進が同期される独立した構成との間で切り替えることができる。

【0257】

上述したように、マスタシャトル72mの軸方向駆動機構92mは、マスタシャトル72mの手動アクチュエータ102mの時計方向または反時計方向502aのいずれかの回転を介して作動する。したがって、手動アクチュエータ102mの回転は軸方向駆動機構92mを作動させ、これによりマスタシャトル72mをトラック70-1に沿って軸方向並進させる一方、制御シャフト500bをその長手方向軸508を中心に回転させ、これにより軸方向駆動機構92sを作動させ、これによりスレーブシャトル72sをトラック70-1に沿って軸方向に並進させる。オプションの手動アクチュエータ102sがスレーブシャトル72mに設けられている場合、軸方向駆動機構92sの作動は、トラック70-1に沿ったスレーブシャトル72sの軸方向並進に対する補助機能として、オプションの手動アクチュエータ102sを時計回り方向または反時計回り方向502bのいずれかに回転させてもよい。

【0258】

以下でさらに詳細に説明するように、それぞれのマスタおよびスレーブシャトル72m、72sの軸方向駆動機構92m、92sは、マスタおよびスレーブシャトル72m、72s間に特定の軸方向並進比（正または負）を提供するように設計することができる。マスタシャトル72mの手動アクチュエータ102mを時計回り方向または反時計回り方向502aの一方に選択的に回転させると、マスタシャトル72mが近位方向150aおよび遠位方向150bの一方に選択的に軸方向並進するだけでなく、制御シャフト500bがその長手方向軸508を中心に2つの回転方向506の一方に選択的に回転し、それによってスレーブシャトル72mを近位方向150aおよび遠位方向150bのうちの一方に選択的に軸方向に並進させる。

【0259】

図示の実施形態では、軸方向駆動機構92m、92sはそれぞれ、マスタおよびスレーブシャトル72m、72sの手動アクチュエータ102m、102s、制御シャフト500b、およびトラック70-1の間に機能的に結合され、マスタおよびスレーブシャトル72m、72sの前述の同期した軸方向移動を実現するウォームドライブ510およびピニオンギア512を具える。

【0260】

特に、ピニオンギア512は、マスタおよびスレーブシャトル72m、72sの手動アクチュエータ102m、102sとトラック70-1の歯84-1との間に機能的に結合されて、トラック70-1に沿ってマスタおよびスレーブシャトル72m、72sの軸方向の並進をもたらす一方、軸方向駆動機構92m、92sのウォームドライブ508はそれぞれ、間に制御シャフト500bが動作可能に結合されるウォームスクリュ514と、

それぞれの手動アクチュエータ 102_m、102_sとウォームスクリュ 514 との間に機能的に結合されて、トラック 70-1 に沿ってマスタおよびスレーブシャトル 72_m、72_s の軸方向並進を同期させるウォームギア 516 とを含む。

【0261】

図示の実施形態では、マスタシャトル 72_m のピニオンギア 512 は、マスタシャトル 72_m の手動アクチュエータ 102_m とトラック 70-1 の歯 84 との間に機械的に結合されており、手動アクチュエータ 102_m の回転軸 504 a を中心とする時計回り方向または反時計回り方向 502 a の一方への回転が、マスタシャトル 72_m のピニオンギア 512 を回転させ、これがトラック 70-1 の歯 84-1 と係合して、マスタシャトル 72_m をトラック 70-1 に沿って近位方向 150 a または遠位方向 150 b に軸方向に並進させる。同様に、スレーブシャトル 72_s のピニオンギア 512 は、スレーブシャトル 72_s のオブションの手動アクチュエータ 102_s とトラック 70-1 の歯 84 との間に機械的に結合され、スレーブシャトル 72_s のオブションの手動アクチュエータ 102_s がその回転軸 504 b を中心に時計回り方向または反時計回り方向 502 b の一方に回転すると、スレーブシャトル 72_s のピニオンギア 512 が回転し、これがトラック 70-1 の歯 84-1 と係合して、スレーブシャトル 72_s をトラック 70-1 に沿って近位方向 150 a または遠位方向 150 b に軸方向に並進させる。ピニオンギア 512 は、マスタおよびスレーブシャトル 72_m、72_s の手動アクチュエータ 102_m、102_s に直接結合されるように図示されているが、ピニオンギア 512 は、シャフト（図示せず）または別の歯車機構（図示せず）を介して、マスタおよびスレーブシャトル 72_m、72_s の手動アクチュエータ 102_m、102_s に間接的に結合されてもよいことを理解されたい。

【0262】

マスタシャトル 72_m のウォームギア 516 は、手動アクチュエータ 102_m とマスタシャトル 72_m のウォームスクリュ 514 との間に機械的に結合されており、手動アクチュエータ 102_m がその回転軸 504 a を中心に時計回り方向または反時計回り方向 502 a のいずれかに回転することにより、ウォームギア 516 が回転し、その結果、マスタシャトル 72_m のウォームスクリュ 514 が回転する。

【0263】

軸方向駆動機構 92_m、92_s のウォームスクリュ 514 は、それぞれ、制御シャフト 500 b が挿通されるボア 518（図 59 に示す）を有する。ウォームスクリュ 514 のボア 518 とコントロールシャフト 500 b の外周はキー止めされており、ウォームスクリュ 514 と制御シャフト 500 b は一体となって回転する。すなわち、マスタシャトル 72_m のウォームスクリュ 514 の回転が制御シャフト 500 b を回転させ、その制御シャフト 500 b がスレーブシャトル 72_s のウォームスクリュ 514 を回転させる。一例として、図 59 に示すように、ボア 518 および制御シャフト 500 b の外周の断面は十字形であってもよい。もちろん、ウォームスクリュ 514 のボア 518 と制御シャフト 500 b の外周をキー止めするために、円形以外の一致する断面形状を用いてもよい。

【0264】

スレーブシャトル 72_s のウォームギア 516 は、オブションの手動アクチュエータ 102_s とスレーブシャトル 72_s のウォームスクリュ 514 との間に機械的に結合されており、ウォームスクリュ 514 の回転がウォームギア 516 を回転させ、それが次に、スレーブシャトル 72_s のオブションの手動アクチュエータ 102_s を、その回転軸 504 b を中心として時計回り方向 502 b または反時計回り方向 502 b の一方に回転させ、それがスレーブシャトル 72_s のピニオンギア 512 を回転させ、それが次に、トラック 70-1 の歯 84-1 に係合して、スレーブシャトル 72_s をトラック 70-1 に沿って近位方向 150 a または遠位方向 150 b に軸方向に並進させる。スレーブシャトル 72_s が手動アクチュエータ 102_s を有さない場合、スレーブシャトル 72_s のウォームギア 516 は、スレーブシャトル 72_s のウォームスクリュ 514 とピニオンギア 516 との間に機械的に結合され、ウォームスクリュ 514 の回転がウォームギア 516 を回転させ、それが次に、スレーブシャトル 72_s のピニオンギア 512 を回転させ、そのピニオ

ンギア 5 1 2 がトラック 7 0 - 1 の歯 8 4 - 1 に係合して、スレーブシャトル 7 2 _s をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a または遠位方向 1 5 0 b に軸方向に並進させる。

【 0 2 6 5 】

シャトル 7 2 _m、7 2 _s の機能が切り替えられた場合、シャトル 7 2 _s がマスタシャトルとして機能し、シャトル 7 2 _m がスレーブシャトルとして機能し、手動アクチュエータ 1 0 2 _s の操作によってシャトル 7 2 _s がトラック 7 0 - 1 に沿って軸方向に並進することができる。特に、手動アクチュエータ 1 0 2 _s がその回転軸 5 0 4 b を中心として時計回りまたは反時計回りの方向 5 0 2 b の一方へ回転すると、シャトル 7 2 _s のウォームギア 5 1 6 が回転し、これがシャトル 7 2 _s のウォームスクリュ 5 1 4 を回転させ、これが制御シャフト 5 0 0 b を回転させ、この制御シャフト 5 0 0 b は、シャトル 7 2 _m のウォームスクリュ 5 1 4 を回転させ、これがシャトル 7 2 _m のウォームギア 5 1 6 を回転させ、これによりシャトル 7 2 _m の手動アクチュエータ 1 0 2 _m が、その回転軸 5 0 4 a を中心に時計回り方向または反時計回り方向 5 0 2 a の一方に回転し、これにより、シャトル 7 2 _m のピニオンギア 5 1 2 が回転し、これにより、シャトル 7 2 _m がトラック 7 0 - 1 の歯 8 4 - 1 に係合して、シャトル 7 2 _m をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a または遠位方向 1 5 0 b に軸方向に並進させる。

【 0 2 6 6 】

上述したように、制御シャフト 5 0 0 b とマスタシャトル 7 2 _m は一体に軸方向並進するように構成され、制御シャフト 5 0 0 b とスレーブシャトル 7 2 _s は互いに相対的に軸方向並進するように構成されている。上記でも簡単に説明したように、制御シャフト 5 0 0 b は、血管内管理および追跡システム 1 4 - 1 がマスタ・スレーブ構成と独立構成との間で切り替えられるように、第 1 および第 2 の軸方向駆動機構 9 2 _m、9 2 _s の間、この場合にはウォームスクリュ 5 1 4 の間に、取り外し可能な方法で機械的に結合され得る。図示の実施形態では、制御シャフト 5 0 0 b の一端は、マスタシャトル 7 2 _m のウォームスクリュ 5 1 4 のボア 5 1 8 内で摺動し、摩擦嵌合を介してマスタシャトル 7 2 _m のブッシュ 5 2 0 内に固定され、これにより制御シャフト 5 0 0 b がマスタシャトル 7 2 _m に対して軸方向並進するのが防止され、一方で制御シャフト 5 0 0 b の他端は、スレーブシャトル 7 2 _s のウォームスクリュ 5 1 4 のボア 5 1 8 内で摺動し、それによって制御シャフト 5 0 0 b がスレーブシャトル 7 2 _s に対して軸方向に並進することを可能にする。制御シャフト 5 0 0 b をマスタシャトル 7 2 _m およびスレーブシャトル 7 2 _s から取り外すには、制御シャフト 5 0 0 b の一端をブッシュ 5 2 0 から取り外し、マスタシャトル 7 2 _m のウォームスクリュ 5 1 4 のボア 5 1 8 からスライドさせて取り外す一方、制御シャフト 5 0 0 b の他端をスレーブシャトル 7 2 _s のウォームスクリュ 5 1 4 のボア 5 1 8 から単にスライドさせて取り外せばよい。

【 0 2 6 7 】

上記でも簡単に説明したように、それぞれのマスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s の軸方向駆動機構 9 2 _m、9 2 _s は、マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s 間に特定の軸方向並進比（正または負）を提供するように設計され得る。例えば、マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s のウォームスクリュ 5 1 4 は、軸方向並進比が 1 になる（マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s がトラック 7 0 - 1 を同じ距離だけ軸方向に並進させる）ように、同じピッチを有してもよく、または、軸方向並進比が 1 より大きい（マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s がトラック 7 0 - 1 を異なる距離だけ軸方向に並進させる）ように、異なるピッチを有してもよく、および／または、マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s のウォームスクリュ 5 1 4 は、軸方向並進比が正である（マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s がトラック 7 0 - 1 を同じ方向に軸方向並進させる）ように、同じ方向のピッチを有してもよく、または、軸方向並進比が負である（マスタおよびスレーブシャトル 7 2 _m、7 2 _s がトラック 7 0 - 1 を反対方向に軸方向並進させる）ように、反対方向のピッチを有してもよい。一実施形態では、ウォームドライブ 5 0 8 は、マスタシャトル 7 2 _m およびスレーブシャトル 7 2 _s の軸方向並進比が 1 になるように設計され得る。

ル 7 2_s のいずれかまたは両方の中に取り外し可能に配置され、ウォームスクリュ 5 1 4 のピッチが異なるウォームドライブ 5 0 8 をマスタシャトル 7 2_m および／またはスレーブシャトル 7 2_s に出し入れして、マスタシャトル 7 2_m とスレーブシャトル 7 2_s の同期された軸方向並進を実行される特定の医療処置に合わせてカスタマイズすることができる（すなわち、マスタシャトル 7 2_m とスレーブシャトル 7 2_s との間の異なる相対的な軸方向並進を選択できる）。

【 0 2 6 8 】

図 5 6 に示す血管内管理および追跡システム 1 4 - 1 を用いた細長い医療器具の同期（電氣的コントローラまたは機械的コントローラのいずれかを用いる）は、同軸の医療器具の相互に同時に並進させる必要がある医療処置に適している。

例えば、ステント展開処置の場合、細長い医療器具の一方はステント展開カテーテルであり、細長い医療器具の他方はステント展開カテーテル内でステントに取り付けられたプッシャ部材であり得る。ステント展開カテーテルからステントを展開する際には、ステント展開カテーテルを近位側に引き戻しながら、プッシャ部材を遠位側に移動させ、その結果、ステントをステント展開カテーテルから出すのが望ましい。

【 0 2 6 9 】

図 6 0 A に示す血管内管理および追跡システム 1 4 - 1 に適用されるように、マスタシャトル 7 2_m（この場合、遠位シャトルまたは後続シャトル）に取り付けられた細長い医療器具 2 6_m はステント展開カテーテルであり、一方、スレーブシャトル 7 2_s（この場合、近位シャトルまたは先行シャトル）に取り付けられた細長い医療器具 2 6_s はステント 5 5 0 が取り付けられたプッシャ部材であり得る。したがって、図 6 0 B に示すように、ステント展開カテーテル 2 6_m を近位方向 1 5 0 a に引き戻すためにマスタシャトル 7 2_m をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a に手動で移動させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、プッシャ部材 2 6_m を遠位方向に前進させるためにスレーブシャトル 7 2_s を遠位方向 1 5 0 b にトラック 7 0 - 1 に沿って軸方向並進させ（すなわち、負の軸方向並進比、例えば 1 で）、これにより、ステント 5 5 0 がステント展開カテーテル 2 6_m の遠位端から展開され、ステント 5 5 0 が血管（図示せず）の内壁に接触して拡張可能になる。図 6 0 C に示されているように、ステント 5 5 0 の展開が最適でない場合は、ステント 5 5 0 の展開を戻すことができる。特に、ステント展開カテーテル 2 6_m を遠位方向 1 5 0 b に前進させるためにマスタシャトル 7 2_m をトラック 7 0 - 1 に沿って遠位方向 1 5 0 b に手動で並進させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、プッシャ部材 2 6_m を近位方向に後退させるためにスレーブシャトル 7 2_s をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a に軸方向移動させ（すなわち、負の軸方向並進比、例えば 1 で）、これにより、部分的に展開されたステント 5 5 0 がステント展開カテーテル 2 6_m の遠位端に再被覆される。

【 0 2 7 0 】

図 6 0 D に示す代替実施形態では、マスタシャトル 7 2_m が代わりに先行シャトルであり、その場合、スレーブシャトル 7 2_s に取り付けられる細長い医療器具 2 6_s はステント 5 5 0 が取り付けられるプッシャ部材となり、スレーブシャトル 7 2_s が後続シャトルであり、その場合、マスタシャトル 7 2_m に取り付けられる細長い医療器具 2 6_m はステント展開カテーテルとなる。この場合、マスタシャトル 7 2_m をトラック 7 0 - 1 に沿って遠位方向 1 5 0 b に手動で並進させてプッシャ部材 2 6_m を遠位方向 1 5 0 b に前進させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、ステント展開カテーテル 2 6_s を近位方向に後退させるためにスレーブシャトル 7 2_s をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a に軸方向移動させ（すなわち、負の軸方向並進比、例えば 1 で）、これにより、ステント展開カテーテル 2 6_m の遠位端からステント 5 5 0 が展開され、ステント 5 5 0 が血管（図示せず）の内壁に接触するように拡張される。ステント 5 5 0 の最適でない展開が発生した場合、プッシャ部材 2 6_m を近位方向 1 5 0 a に後退させるためにマスタシャトル 7 2_m を近位方向 1 5 0 a にトラック 7 0 - 1 に沿って手動で並進させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、ステント展開カテーテル 2 6_s を遠位方向に前進させるために

スレーブシャトル72_sを遠位方向150bにトラック70-1に沿って軸方向に並進させ（すなわち、負の軸並進比、例えば1で）、これにより、部分的に展開されたステント550がステント展開カテーテル26_sの遠位端に再被覆される。

【0271】

別の実施形態では、トラック70-1に沿ったマスタシャトル72_mの手動並進にตอบสนองして、コントローラ500がトラック70-1に沿ってスレーブシャトル72_sを自動的に並進させる軸方向並進比は、例えば、1または複数の状況に応じて変化してもよい。この場合、コントローラ500は、軸方向並進比を動的に変化させるような電動式であってもよい。図60Eに示す一実施例では、血管内管理および追跡システム14-1はステント550を画像化し、その画像をコントローラ500に提供するように構成された医療用撮像装置（例えば、X線透視撮像装置）552をさらに具える。この点で、ステント550は放射線不透過性要素で構成してもよい。コントローラ500は、医療用撮像装置552によって取得された画像に基づいて、ステント550の展開段階（例えば、ステント550が意図された展開直径に達したか否か）を識別するように構成され得る。図60B（あるいは図60D）に関して上述したように、マスタシャトル72_mの手動並進に応じてステント550がステント展開カテーテルから展開されると、コントローラ500は軸方向並進比を動的に変化させて、ステントと血管壁との最適な付着を確保する。

10

【0272】

図56に示した血管内管理および追跡システム14-1が適している医療処置の別の例として、細長い医療器具の一方をガイドワイヤとし、細長い医療器具の他方をカテーテルとすることができる。患者20の血管系内を通してガイドワイヤでナビゲートする際、カテーテルはガイドワイヤの先端から予め設定された後退距離でガイドワイヤに追従することが望ましい。

20

【0273】

図61Aに示す血管内管理および追跡システム14-1に適用されるように、マスタシャトル72_m（この場合、先行シャトル）に取り付けられる細長い医療器具26_mはガイドワイヤであり、スレーブシャトル72_s（この場合、後続シャトル）に取り付けられる細長い医療器具26_sはカテーテルであり得る。したがって、図61Bに示されるように、ガイドワイヤ26_mを遠位方向150bに前進させるためにマスタシャトル72_mをトラック70-1に沿って遠位方向150bに手動で並進させることにตอบสนองして、コントローラ500は、カテーテル26_sを遠位方向に前進させるためにスレーブシャトル72_sをトラック70-1に沿って遠位方向150bに軸方向並進させ（すなわち、正の軸方向並進比、例えば1で）、これにより、ガイドワイヤ26_mの先端から所定のオフセット距離dでガイドワイヤ26_mに追従する。図61Cに示されるように、その後、細長い医療器具26_m（ここではカテーテル26_m）を近位方向150aに引き戻すために、マスタシャトル72_m（ここでは後続シャトル）をトラック70-1に沿って近位方向150aに手動並進させることによって、後続シャトルをスレーブシャトル72_sからマスタシャトル72_mに切り替えることができる。これにตอบสนองして、コントローラ500は、スレーブシャトル72_s（ここでは先行シャトル）をトラック70-1に沿って近位方向150aに軸平行移動させてガイドワイヤ26_sを近位方向に後退させ（すなわち、正の軸方向並進比、例えば1で）、それにより、カテーテル26_mに対するガイドワイヤ26_sの位置（すなわち、所定のオフセット距離d）が維持される。

30

40

【0274】

図56に示す血管内管理および追跡システム14-1が適する医療処置のさらに別の例として、細長い医療器具の一方がステントリバーであり、細長い医療器具の他方がカテーテルであり得る。血栓捕捉後のステントリバー引き戻し時に、ステントリバーとカテーテルのオフセット距離が所定の距離に達するとカテーテルが自動的に後退し、ステントリバーが引き戻される際にこの所定のステントリバーとカテーテルのオフセット距離を維持することが望ましい。

【0275】

50

図 6 2 A に示す血管内管理および追跡システム 1 4 - 1 に適用されるように、マスタシャトル 7 2 m (この場合、先行シャトル) に取り付けられる細長い医療器具 2 6 m はステントリバーであり、スレーブシャトル 7 2 s (この場合、後続シャトル) に取り付けられる細長い医療器具 2 6 s はカテーテルであり得る。したがって、捕捉された血栓 5 5 4 とともにステントリバー 2 6 m を近位方向 1 5 0 a に後退させるために、マスタシャトル 7 2 m をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a に手動で並進させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、ステントリバーとカテーテル間の所定のオフセット距離 d が達成されるまで、図 6 2 B に示されるように、トラック 7 0 - 1 に沿ってスレーブシャトル 7 2 s を軸方向に並進させない。次に、捕捉された血栓 5 5 4 とともにステントリバー 2 6 m を近位方向 1 5 0 a にさらに後退させるために、マスタシャトル 7 2 m をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a にさらに手動で並進させることに応答して、コントローラ 5 0 0 は、カテーテル 2 6 s を近位方向に後退させるために、スレーブシャトル 7 2 s をトラック 7 0 - 1 に沿って近位方向 1 5 0 a に軸方向に並進させ (すなわち、正の軸方向並進比、例えば 1 で)、これにより、図 6 2 C に示されるように、ステントリバー 2 6 m の近位側へ引き戻す間、ステントリバーとカテーテル間の所定のオフセット距離 d が維持される。

10

20

30

40

50

【0 2 7 6】

先に説明した血管内管理および追跡システム 1 4、1 4' は、例えば、処置台 1 8、患者 2 0、および／またはドレープ 2 2 上に重ねられる、病室環境に合わせて輪郭をなす可撓性トラック 7 0、7 0' を有するものとして説明されてきたが、血管内管理および追跡システム 1 4" の一実施形態では、図 6 3 ~ 6 5 に図示されるように、処置台 1 8" の上方にトラック 7 0" が懸架されている。

【0 2 7 7】

特に、血管内管理および追跡システム 1 4、1 4' と同様に、血管内管理および追跡システム 1 4" は、トラック 7 0" と、トラック 7 0" に機械的に結合され、それによってトラック 7 0" に沿って軸方向に並進するように構成された複数のシャトル 7 2 a" ~ 7 2 c" とを具える。各シャトル 7 2 a" ~ 7 2 c" は、例えば、図 6 に図示すシャトル 7 2 a" ~ 7 2 c" または図 2 1 ~ 2 4 に示すシャトル 7 2' と同様に構成され得る。シャトル 7 2 a" ~ 7 2 c" はまた、それぞれの細長い医療器具 (図示せず) がそれぞれの細長い医療器具に加えられる軸方向の圧縮に応答して脱出するのをそれぞれ防止するように構成された座屈防止機構 1 3 2" を具えてもよい。

【0 2 7 8】

しかしながら、血管内管理および追跡システム 1 4" は、複数のトラック支持アーム 5 3 0 をさらに含んでいる。トラック支持アーム 5 3 0 の各々の一端 5 3 2 は処置台 1 8" に固定されるように構成され、トラック支持アーム 5 3 0 の各々の他端 5 3 4 は、トラック 7 0" が処置台 1 8" の上方に懸架され得るように、トラック 7 0" に (例えば、クランプ機構 5 3 6 を介して) 着脱可能に固定されるように構成される。トラック支持アーム 5 3 0 の端部 5 3 2 は、処置台 1 8" に恒久的に固定されていてもよいし、取り外し可能に固定されていてもよい。図 6 5 に最も良く示されるように、血管内管理および追跡システム 1 4" は、トラック支持アーム 5 3 0 の他端 5 3 4 に取り付けられた複数の脚 5 3 2 をさらに具え、トラック 7 0" は脚 5 3 8 の上に取り付けられるように構成されている。任意の実施形態では、トラック 7 0" の底面は、トラック 7 0" の長さに沿ってチャンネル (図示せず) を有し、脚 5 3 8 の各々は、トラック 7 0" のチャンネルに取り外し可能に取り付けられるように構成されたクリート (図示せず) を具える。

【0 2 7 9】

トラック支持アーム 5 3 0 は、シャトル 7 2 a" ~ 7 2 c" がトラック 7 0" に沿って軸方向に並進する際に、トラック 7 0" が処置台 1 8" の上方に安定的に吊り下げられるように剛性であることが好ましい。好ましい実施形態において、トラック支持アーム 5 3 0 は、処置台 1 8" に対するトラック支持アーム 5 3 0 の他端 5 3 4 の高さを選択できるように、処置台 1 8" に対して相対的に調節されるように構成されてもよく、および／または

、脚 5 3 8 は、処置台 1 8 ” に対する脚 5 3 8 の高さを選択できるように、トラック支持アーム 5 3 0 の他端 5 3 4 に対して相対的に調節されるように構成されてもよい。このようにして、自由空間におけるトラック 7 0 ” の輪郭を変更またはカスタマイズすることができる。図示の実施形態では、トラック 7 0 ” は、シャトル 7 2 a ” ~ 7 2 c ” を重力に抗して支持するのを容易にするアーチを形成するように輪郭付けられている。

【 0 2 8 0 】

本発明の特定の実施形態を示し、説明したが、本発明を好ましい実施形態に限定することを意図したものではなく、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、種々の変更および修正を加えてもよいことは当業者には明らかであることが理解されるであろう。したがって、本発明は、特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲内に含まれ得る代替例、変形例、および均等物を包含することを意図している。

【 図 面 】

【 図 1 】

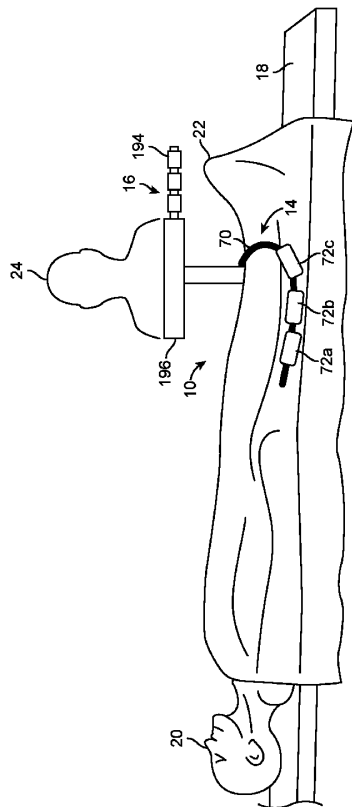


FIG. 1

【 図 2 】

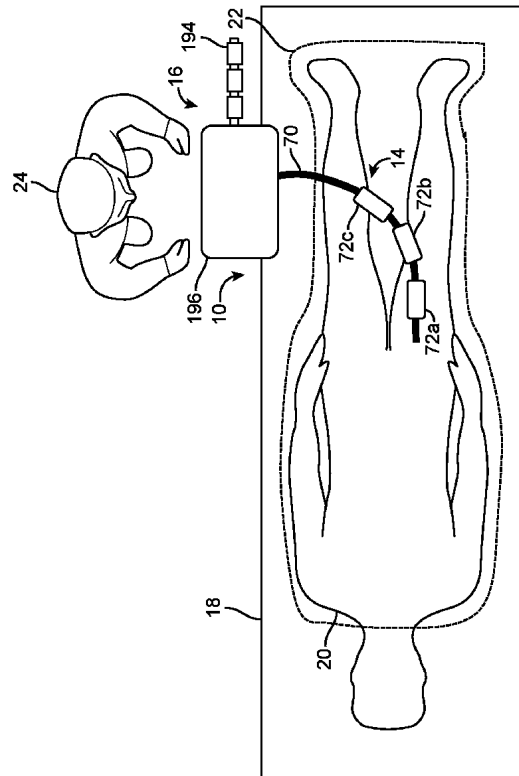


FIG. 2

10

20

30

40

50

【圖 3】

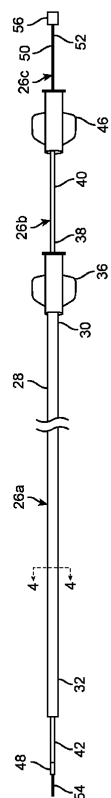


FIG. 3

【圖 4】

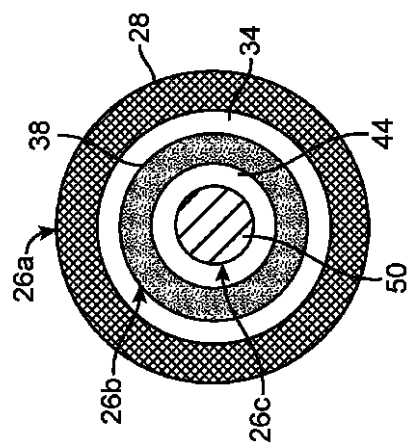


FIG. 4

【圖 5】

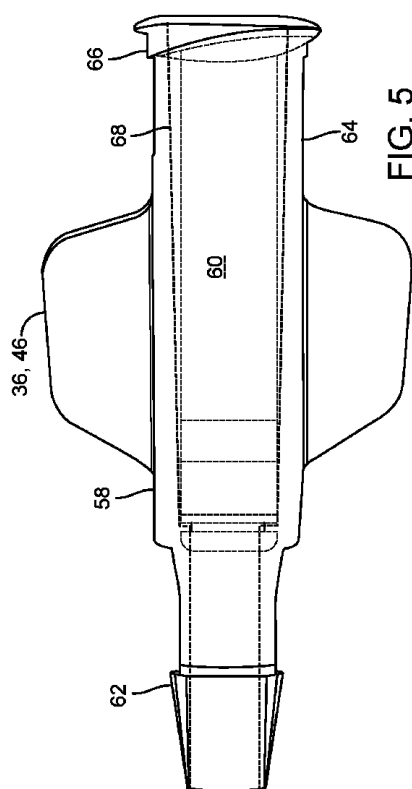


FIG. 5

【図 6】

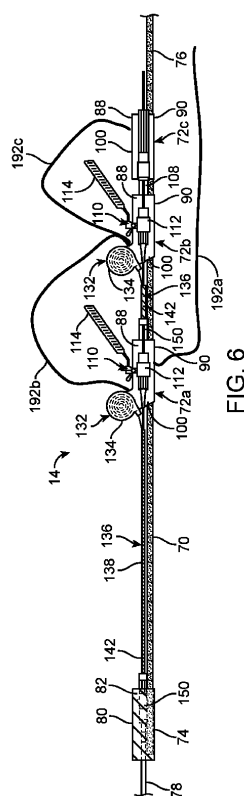


FIG. 6

【図 7 A】

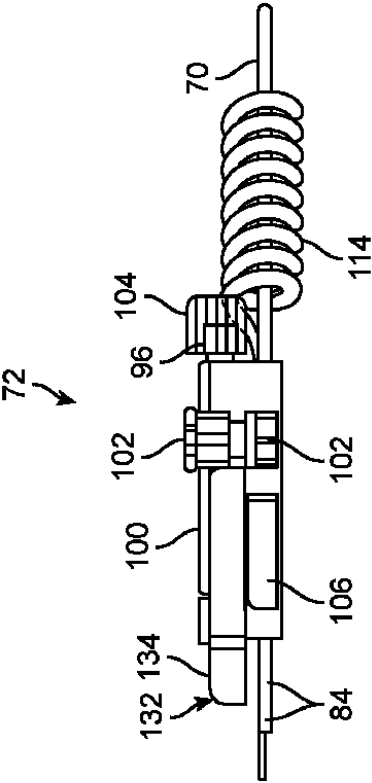


FIG. 7A

【図 7 B】

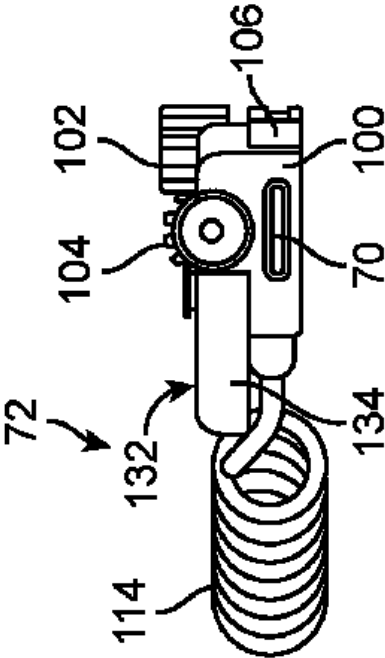


FIG. 7B

【図 7 C】

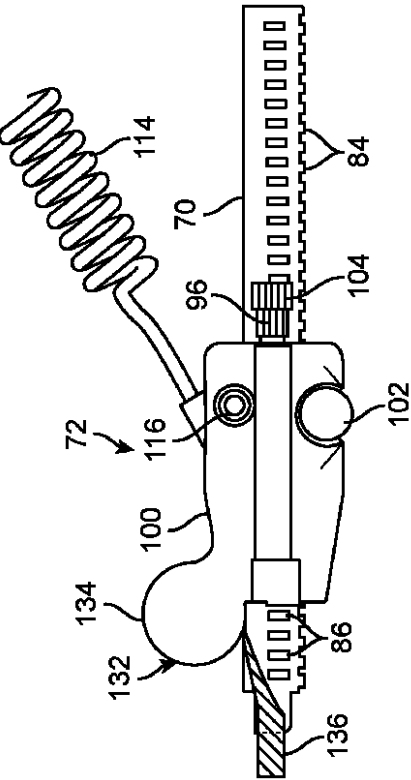


FIG. 7C

【図 7 D】

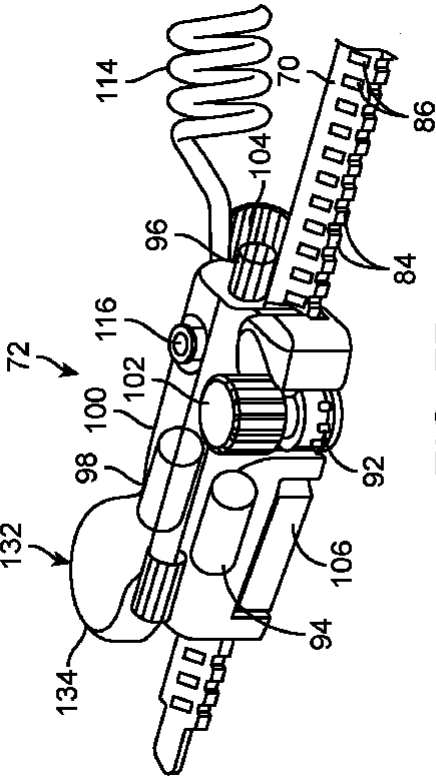


FIG. 7D

10

20

30

40

50

【図 8】

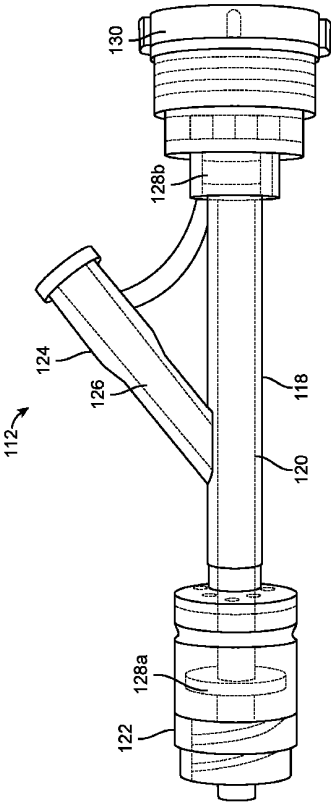


FIG. 8

【図 9】

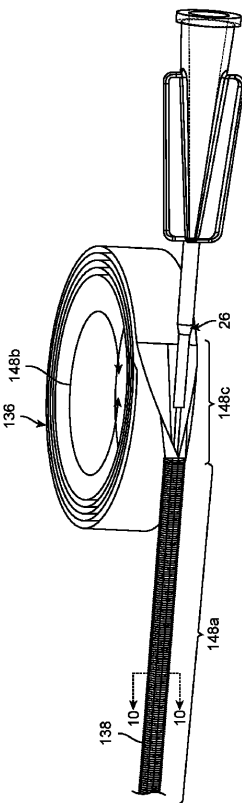


FIG. 9

【図 10】

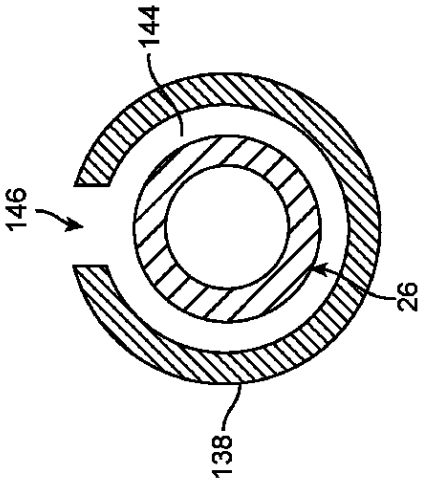


FIG. 10

【図 11 A】

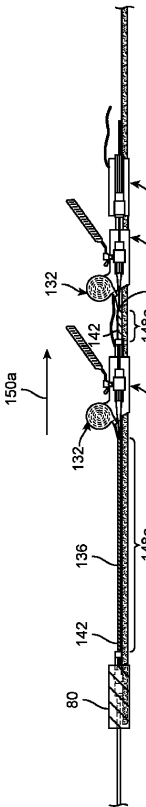


FIG. 11A

10

20

30

40

50

【図 1 2 B】

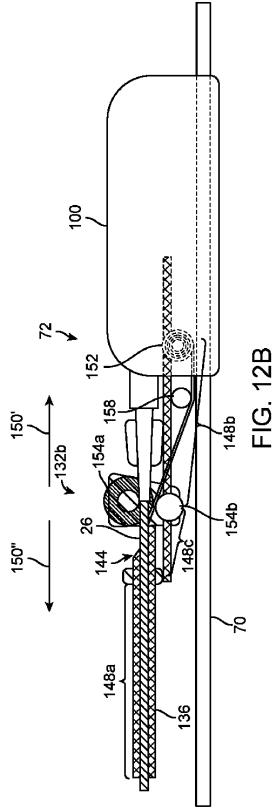


FIG. 12B

【図 1 2 C】

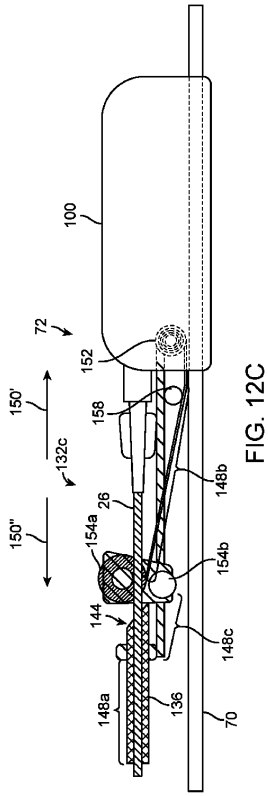


FIG. 12C

【図 1 2 D】

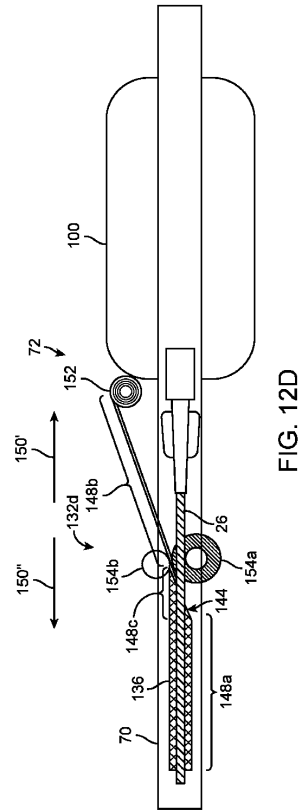


FIG. 12D

【図 1 3 A】

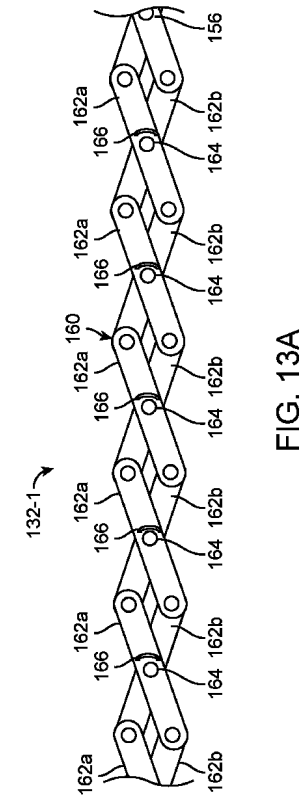


FIG. 13A

10

20

30

40

50

【図 1 3 B】

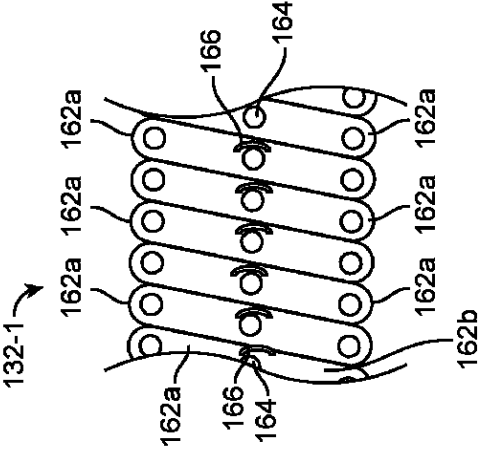


FIG. 13B

【図 1 4 A】

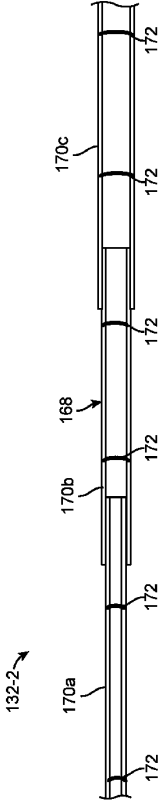


FIG. 14A

【図 1 4 B】

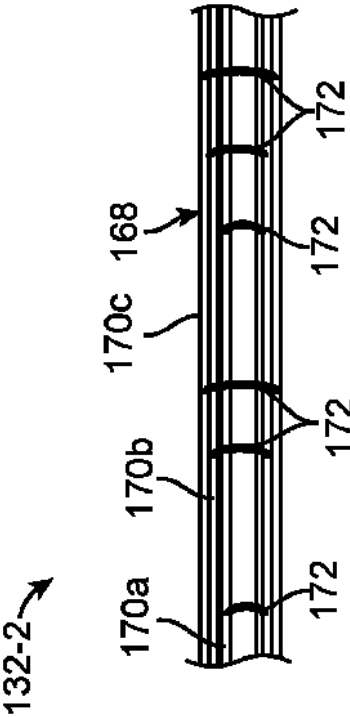


FIG. 14B

【図 1 5 A】

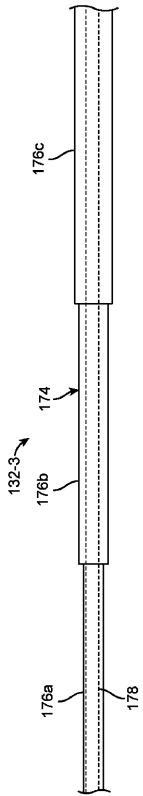


FIG. 15A

10

20

30

40

50

【図 1 5 B】

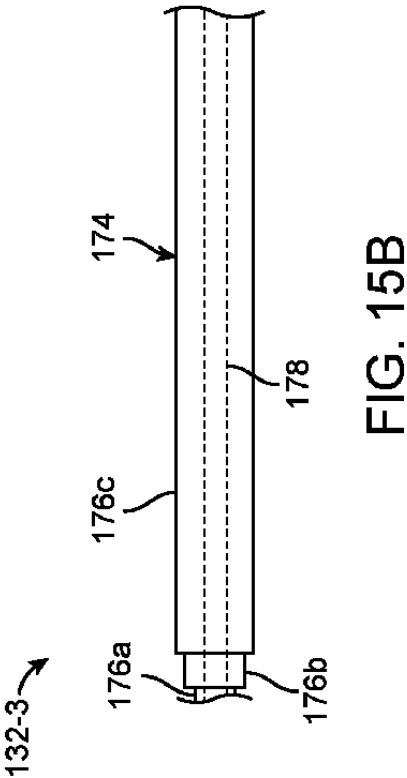


FIG. 15B

【図 1 6 A】

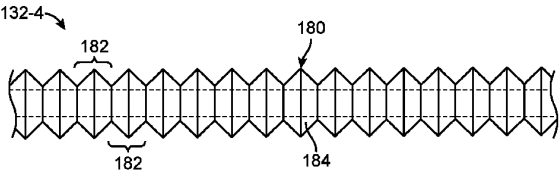


FIG. 16A

【図 1 6 B】

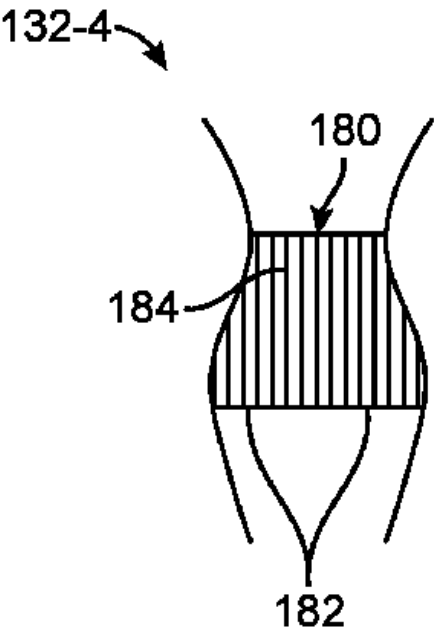


FIG. 16B

【図 1 7 A】

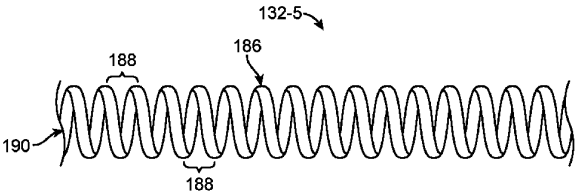


FIG. 17A

10

20

30

40

50

【図 17 B】

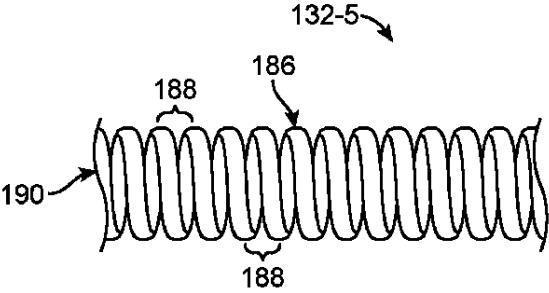


FIG. 17B

【図 18】

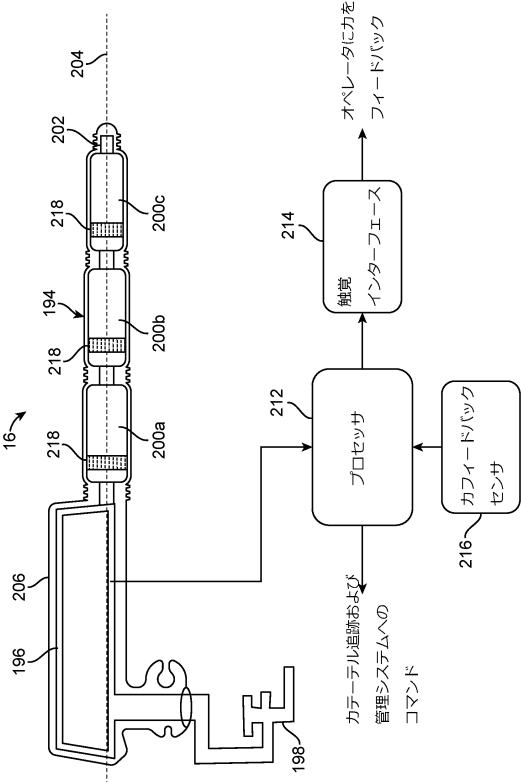


FIG. 18

【図 18 A】

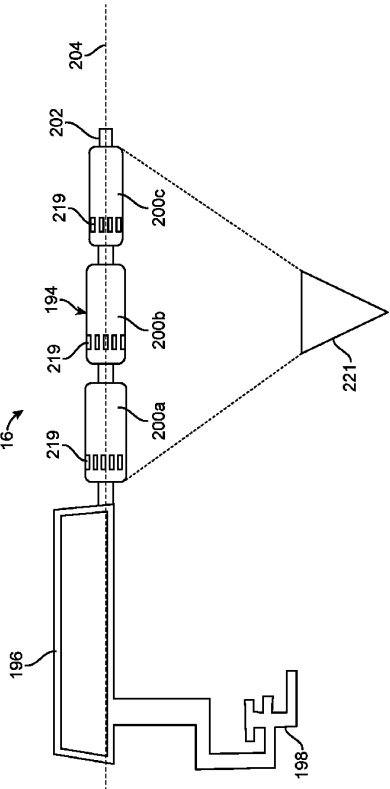


FIG. 18A

【図 18 B】

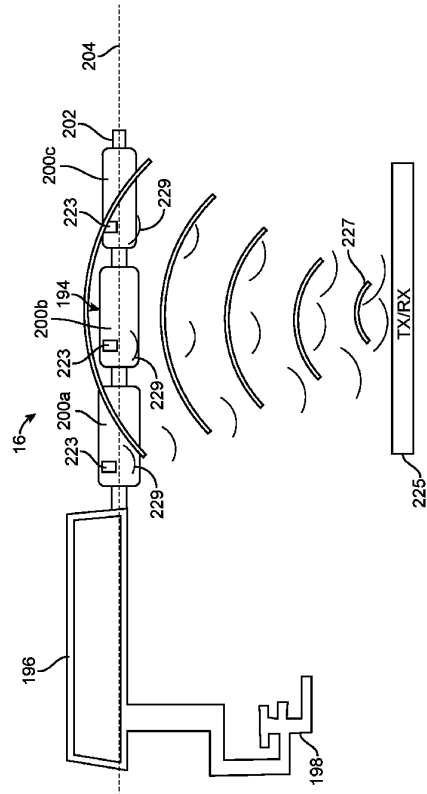


FIG. 18B

10

20

30

40

50

【図 18 C】

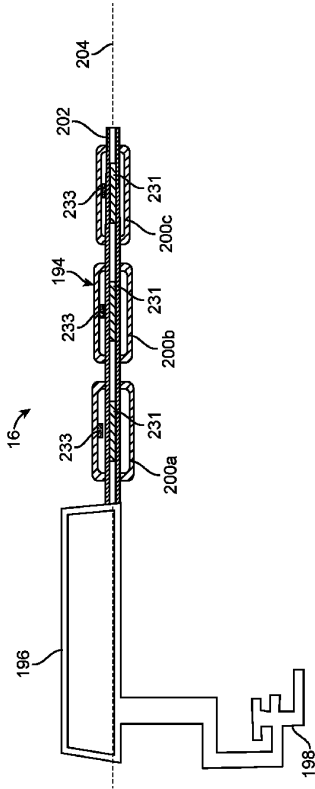


FIG. 18C

【図 18 D】

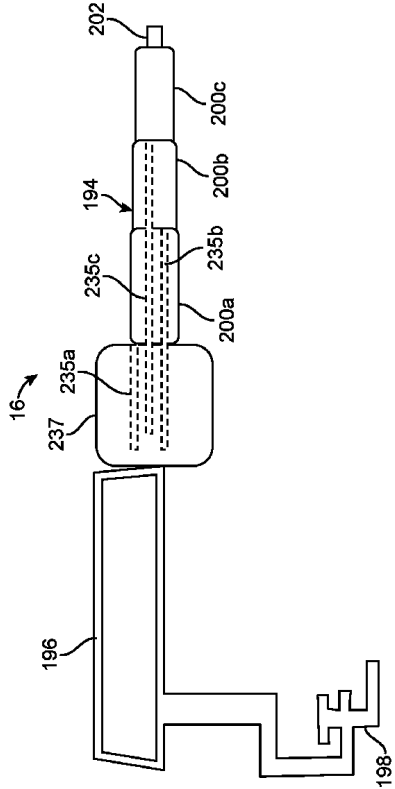


FIG. 18D

【図 18 E】

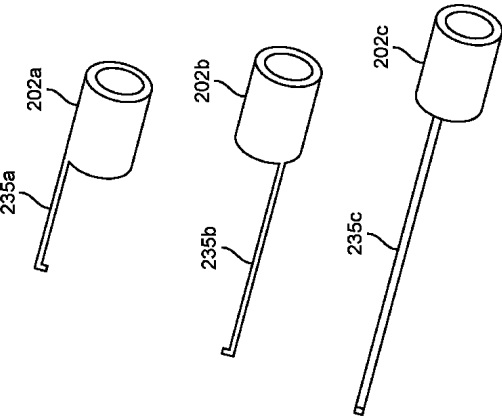


FIG. 18E

【図 18 F】

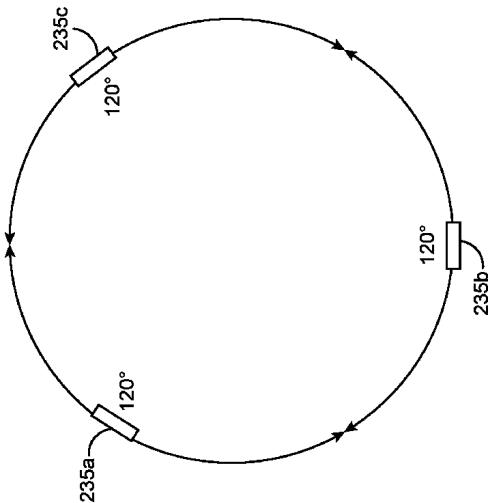


FIG. 18F

10

20

30

40

50

【図 18 G】

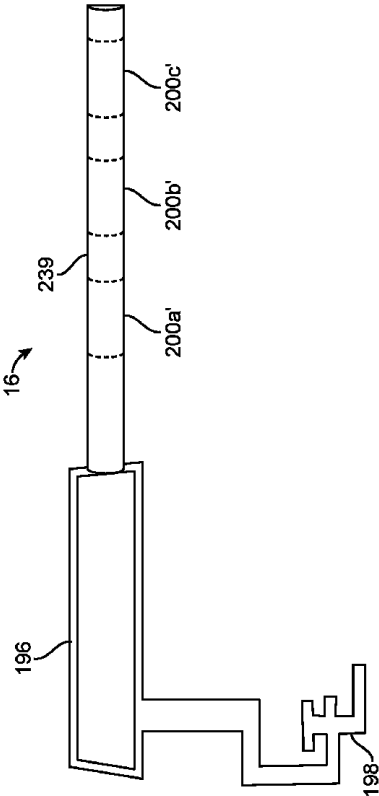


FIG. 18G

【図 18 H】

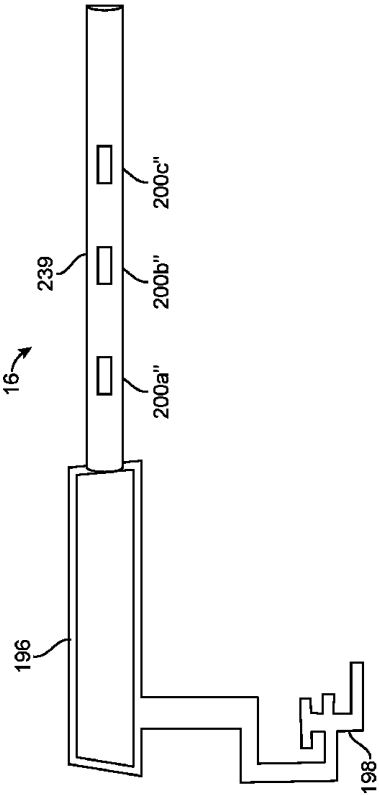


FIG. 18H

【図 18 I】

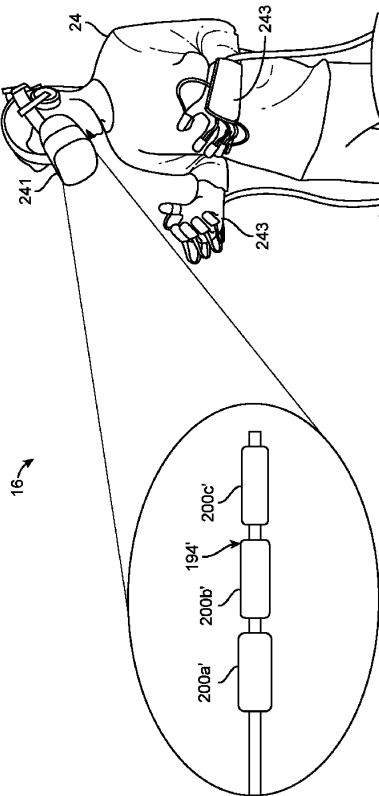


FIG. 18I

【図 18 J】

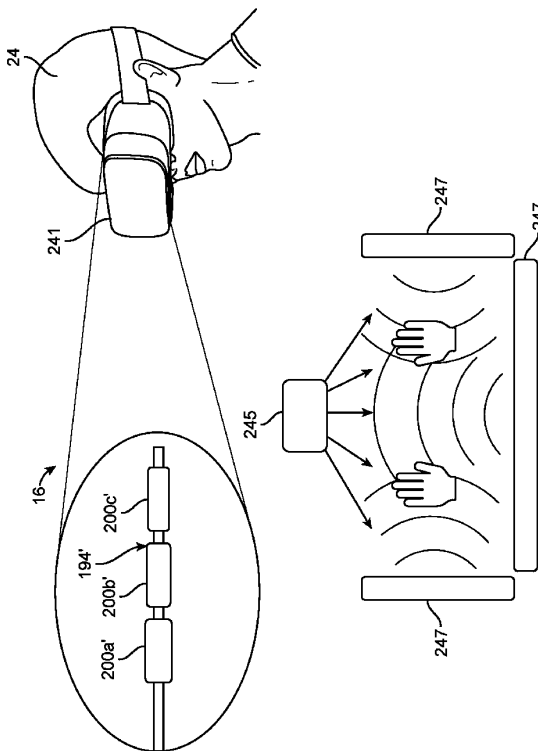


FIG. 18J

10

20

30

40

50

【図 18 K】

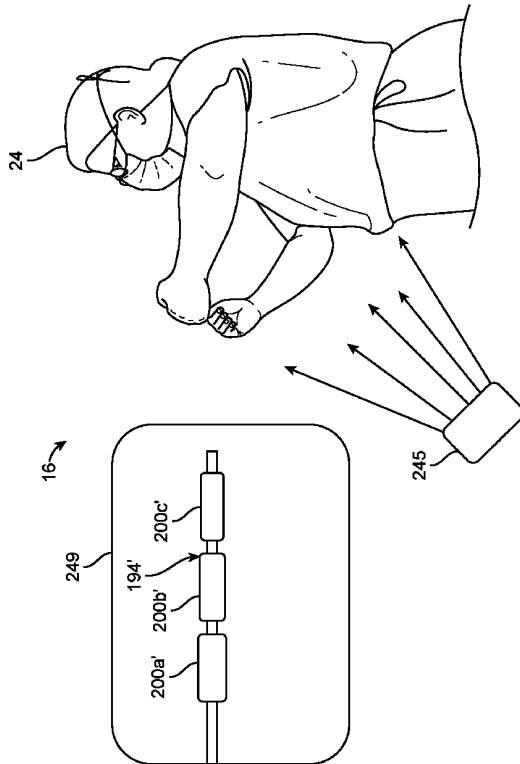


FIG. 18K

【図 18 L】

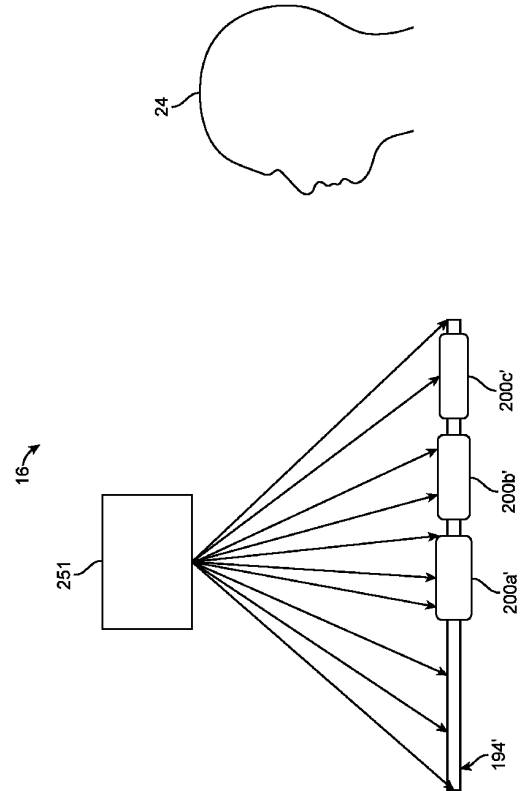


FIG. 18L

【圖 19】

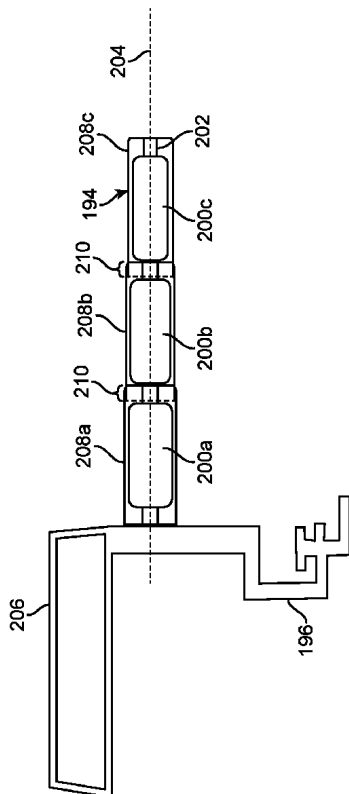


FIG. 19

【圖 20】

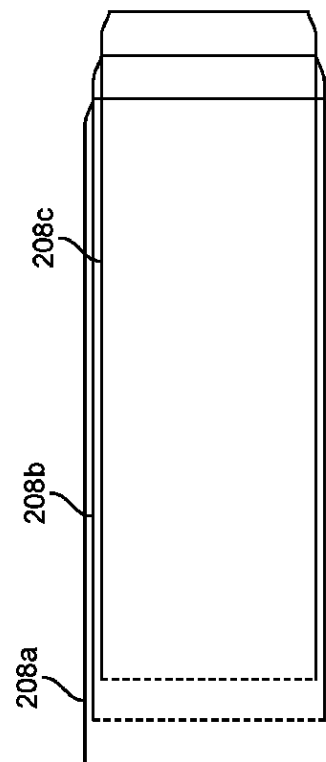
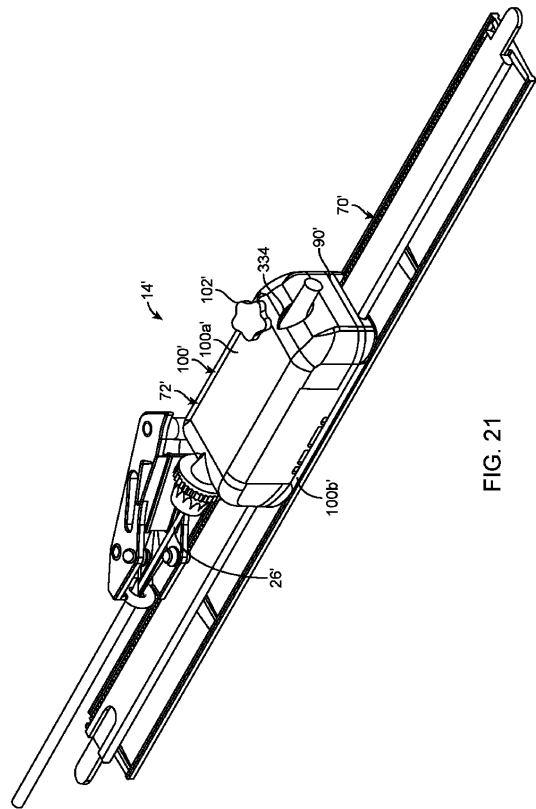
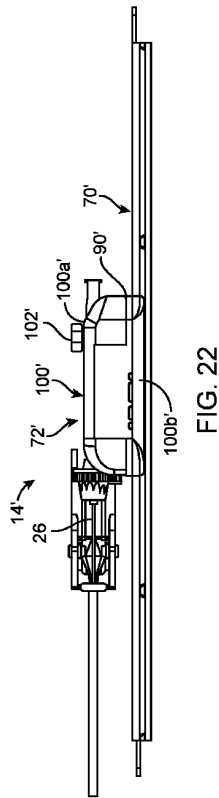


FIG. 20

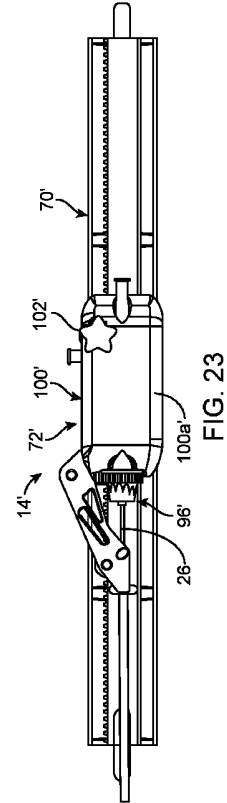
【図 2 1】



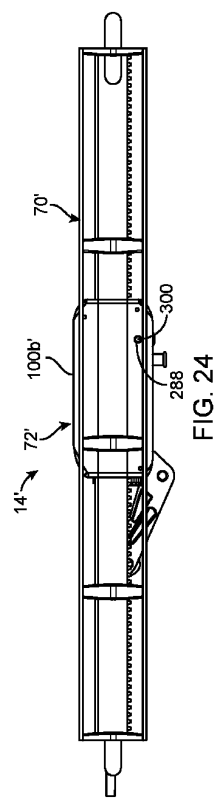
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

【図 25】

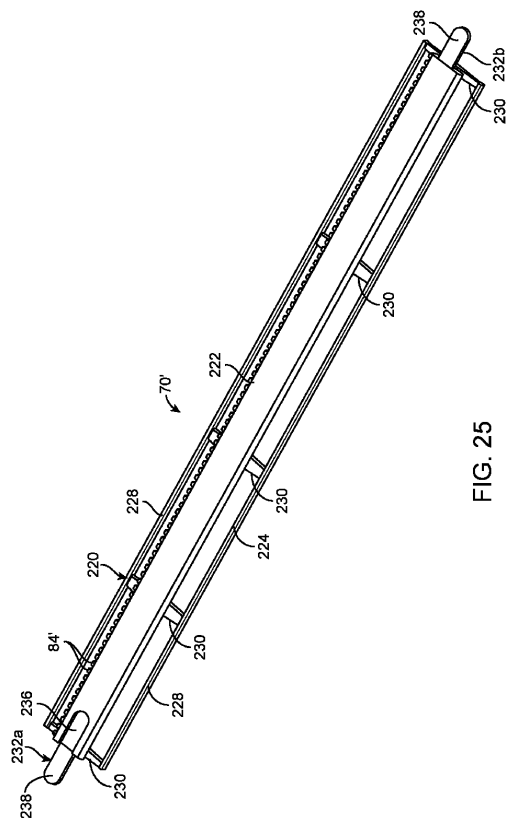


FIG. 25

【図 26】

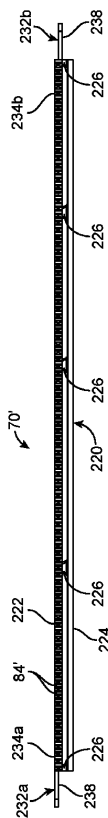


FIG. 26

【図 27】

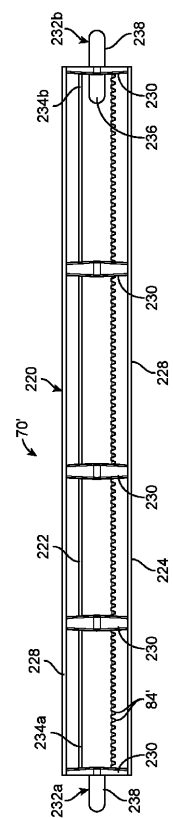


FIG. 27

【図 28】

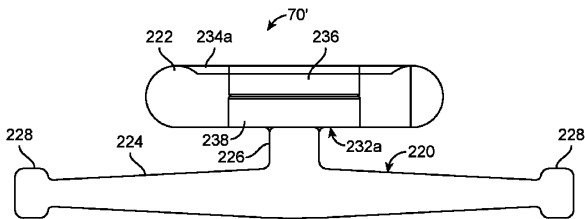


FIG. 28

10

20

30

40

50

【圖 29】

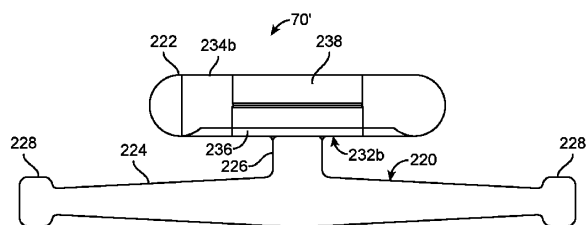


FIG. 29

【図 30】

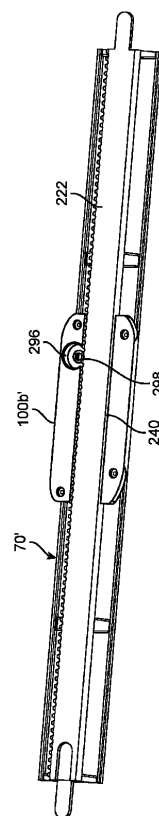


FIG. 30

10

20

【図 3 1】

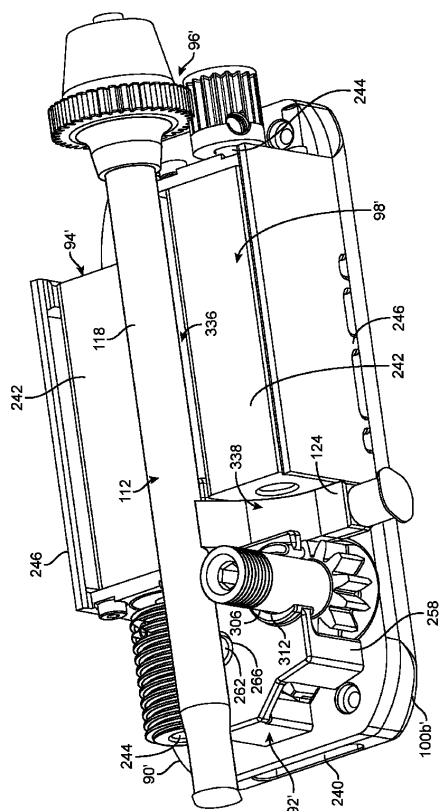


FIG. 31

【図 3 2】

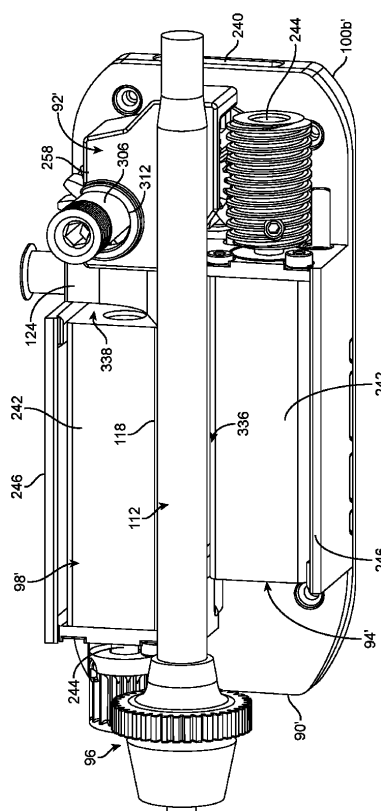


FIG. 32

30

40

50

【図 3 3】

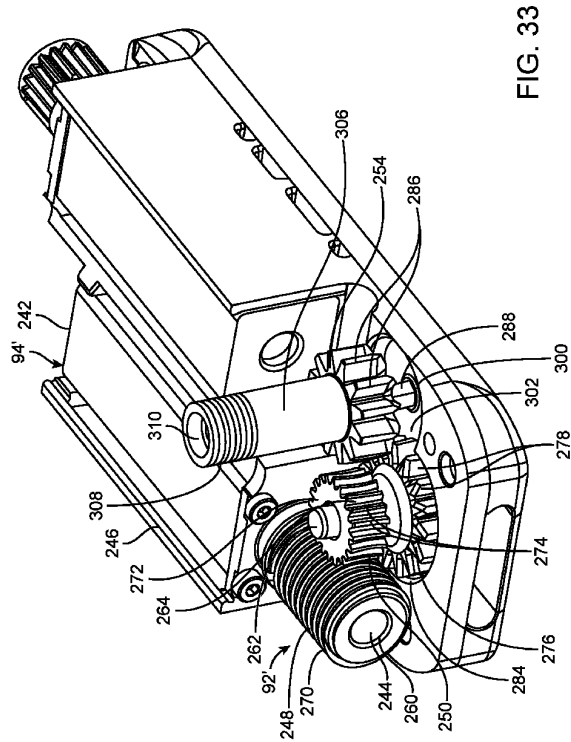


FIG. 33

【図 3 4】

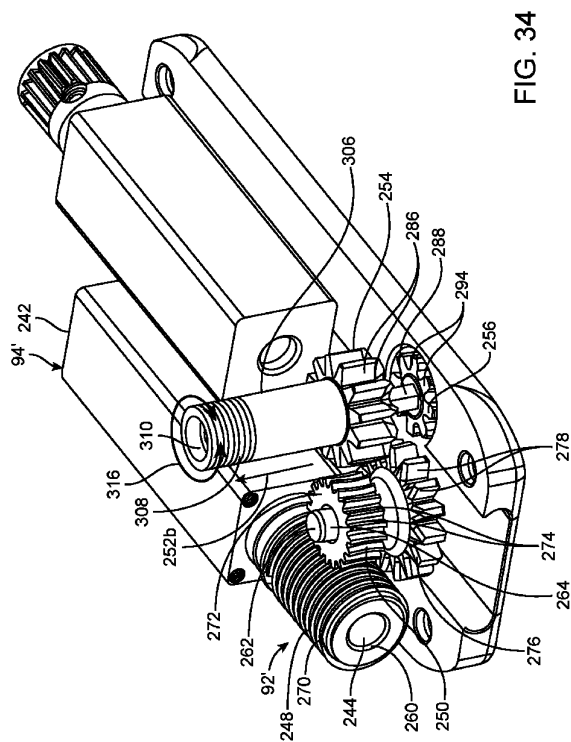


FIG. 34

【図 3 5】

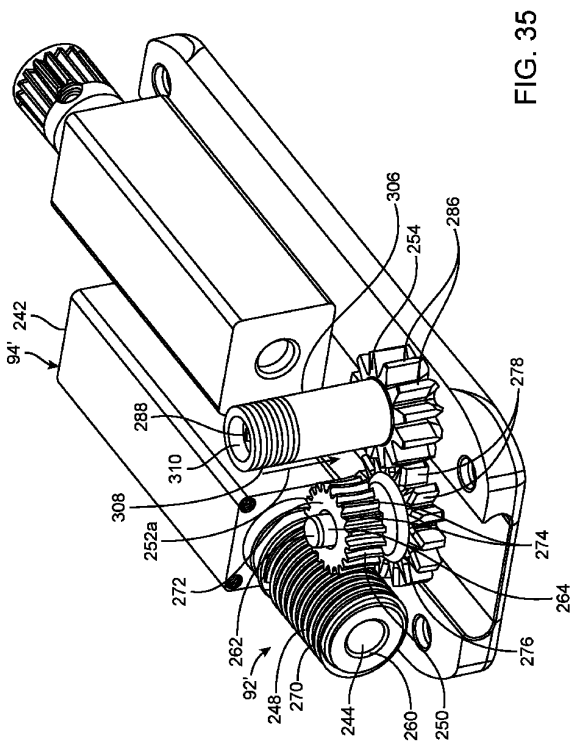


FIG. 35

【図 3 6】

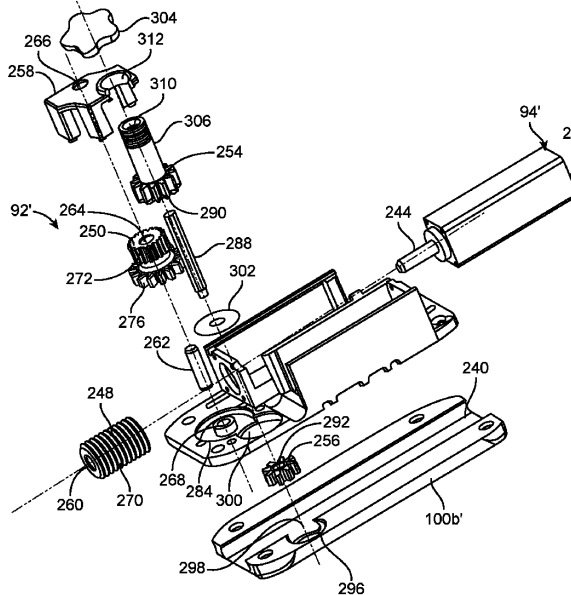


FIG. 36

10

20

30

40

50

【図 3 7】

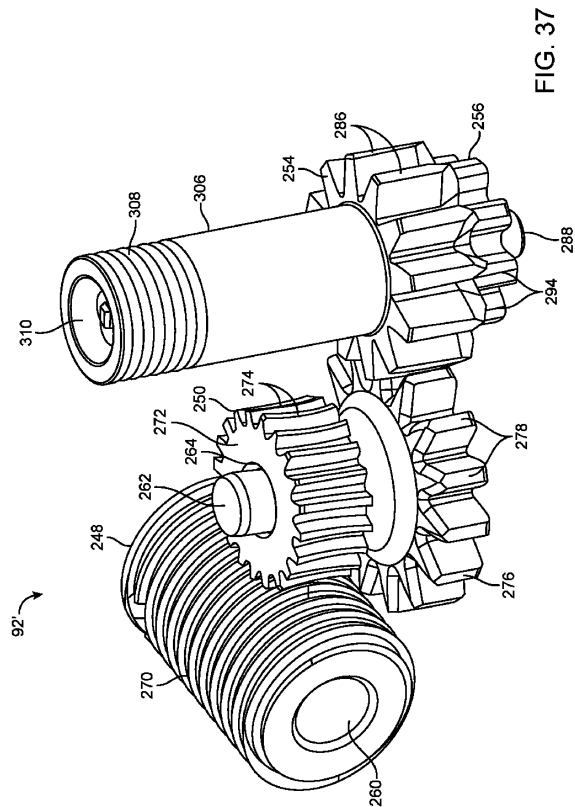


FIG. 37

【図 3 8】

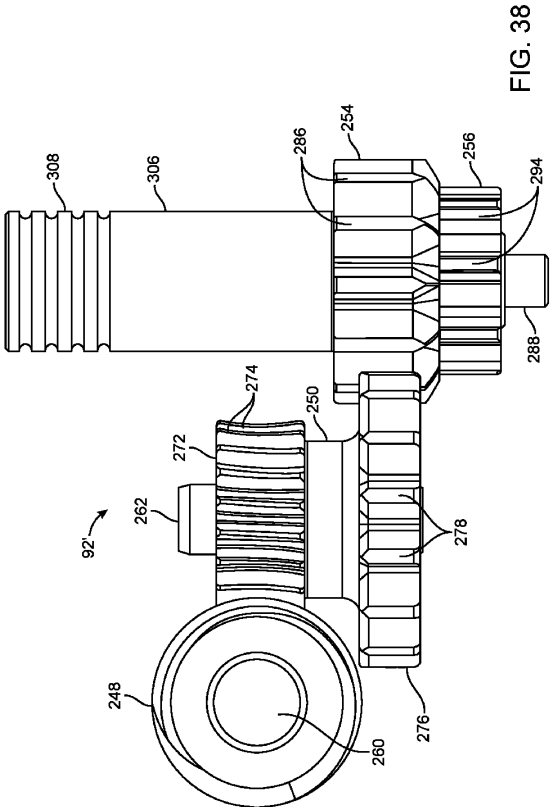


FIG. 38

【図 3 9】

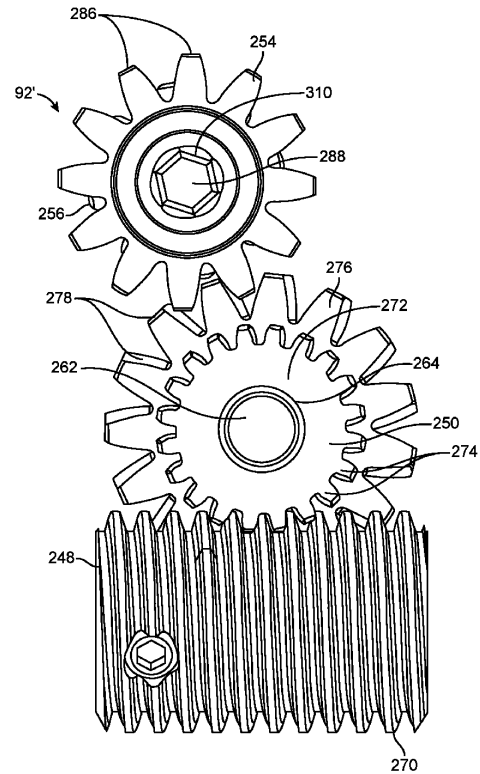


FIG. 39

【図 4 0】

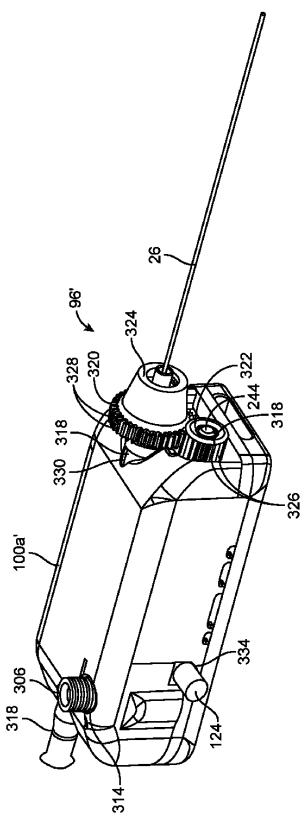


FIG. 40

10

20

30

40

50

【図 4 1】

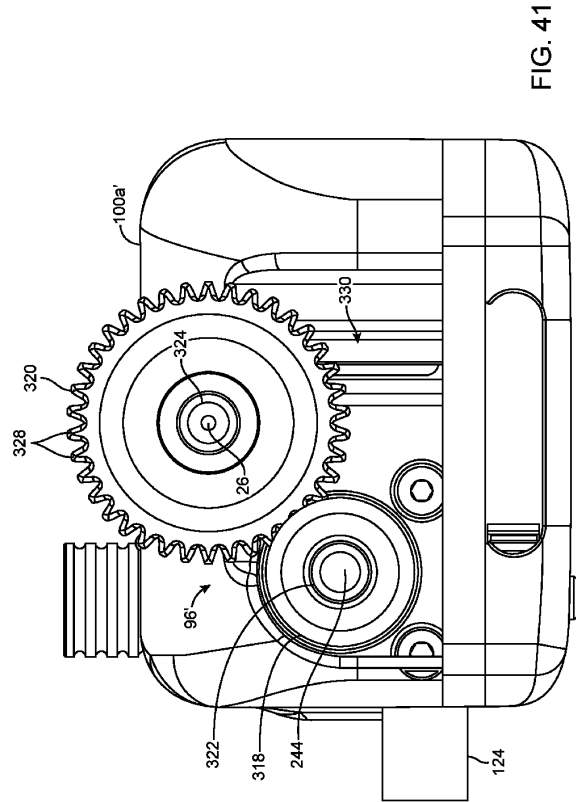


FIG. 41

【図 4 2】

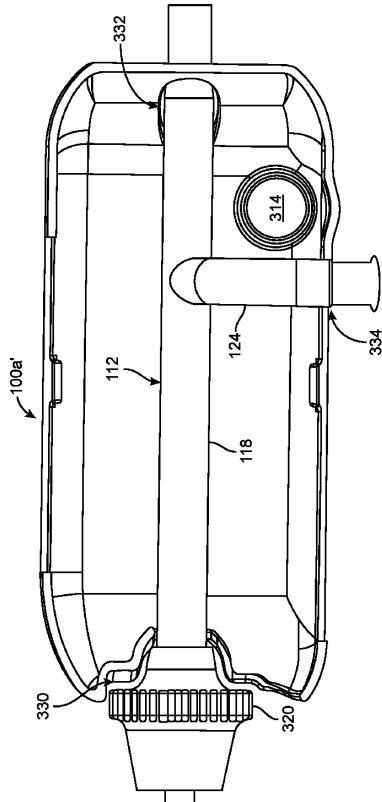


FIG. 42

【図 4 3】

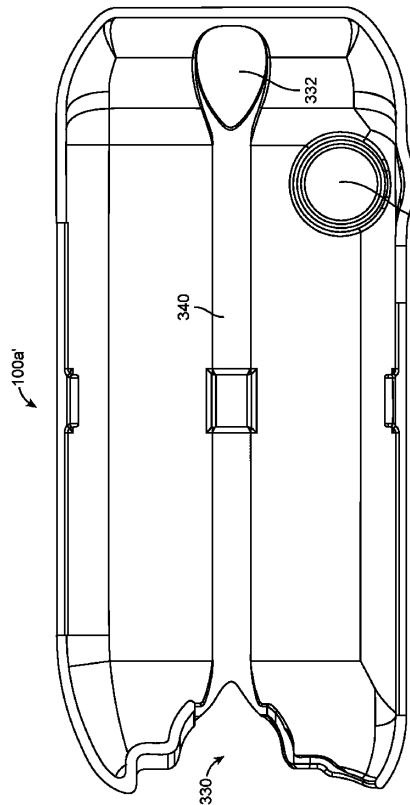


FIG. 43

【図 4 4】

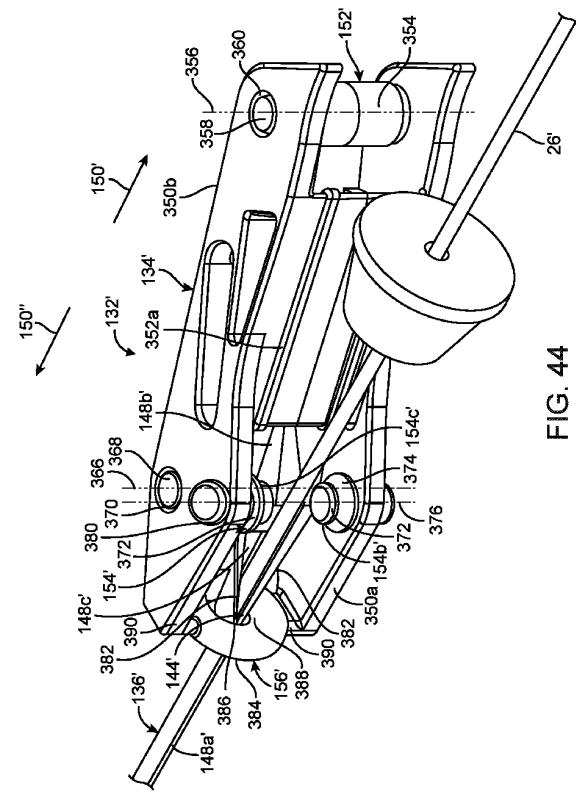


FIG. 44

10

20

30

40

50

【図 4 5】

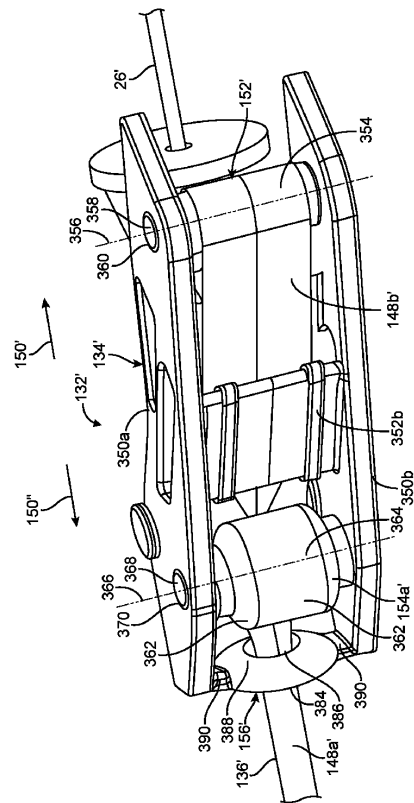


FIG. 45

【図 4 6】

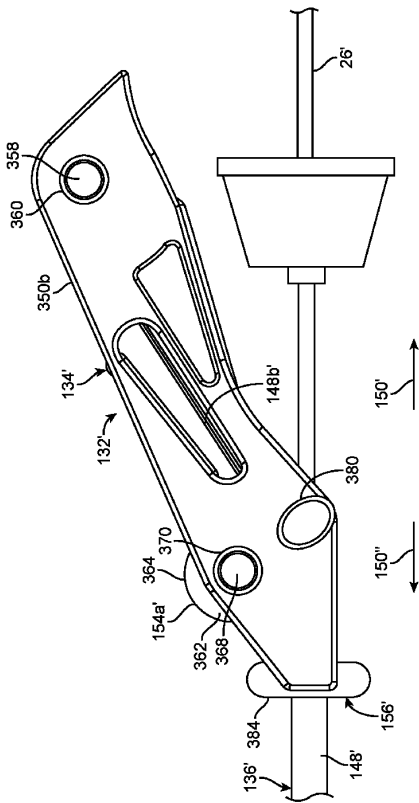
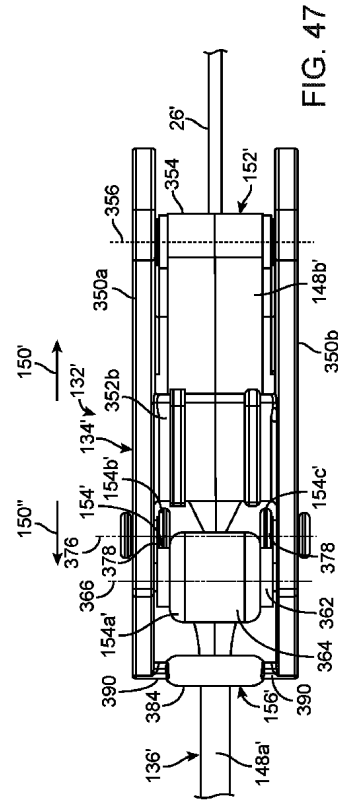


FIG. 46

【図 4 7】



【図 49】

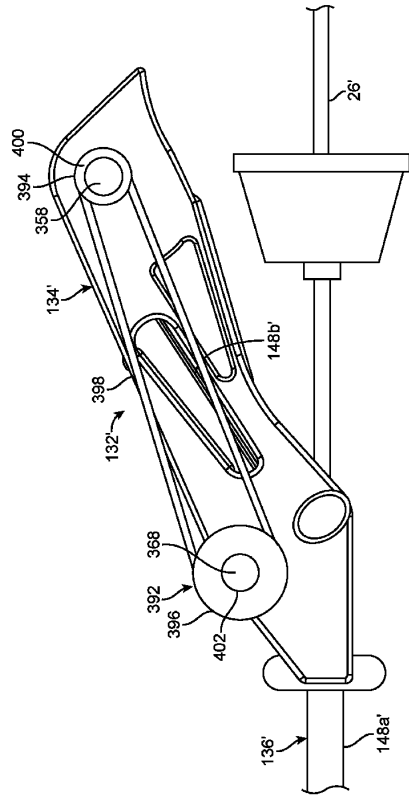


FIG. 49

【図 50】

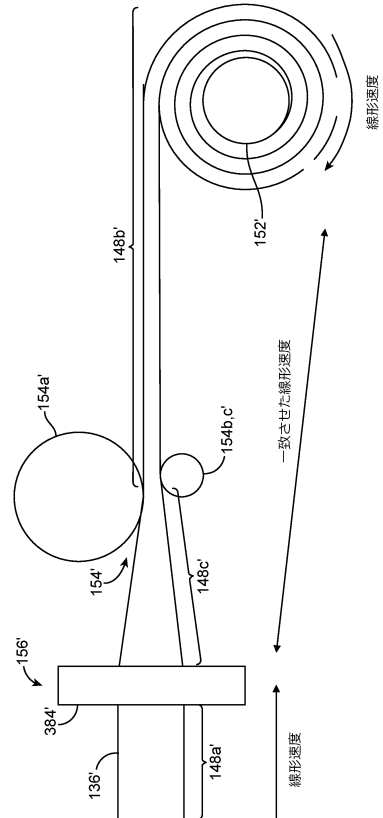


FIG. 50

【図 51】

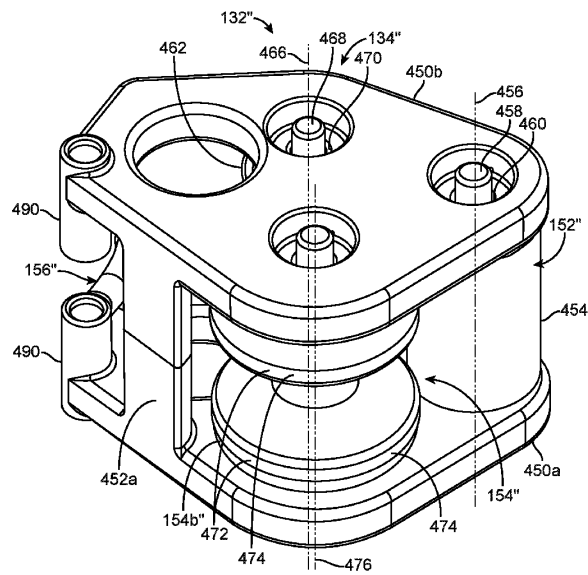


FIG. 51

【図 52】

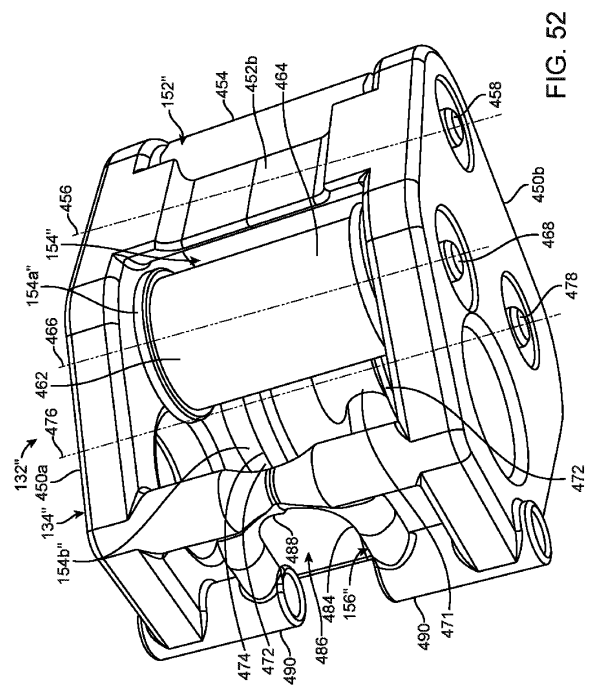


FIG. 52

10

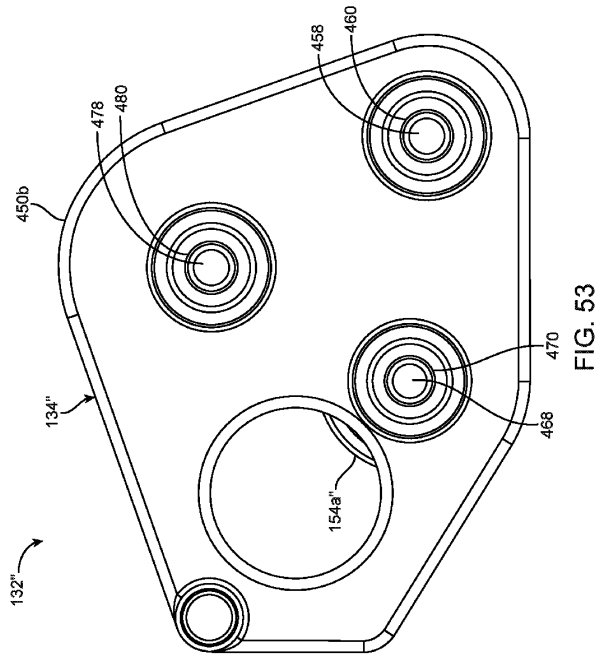
20

30

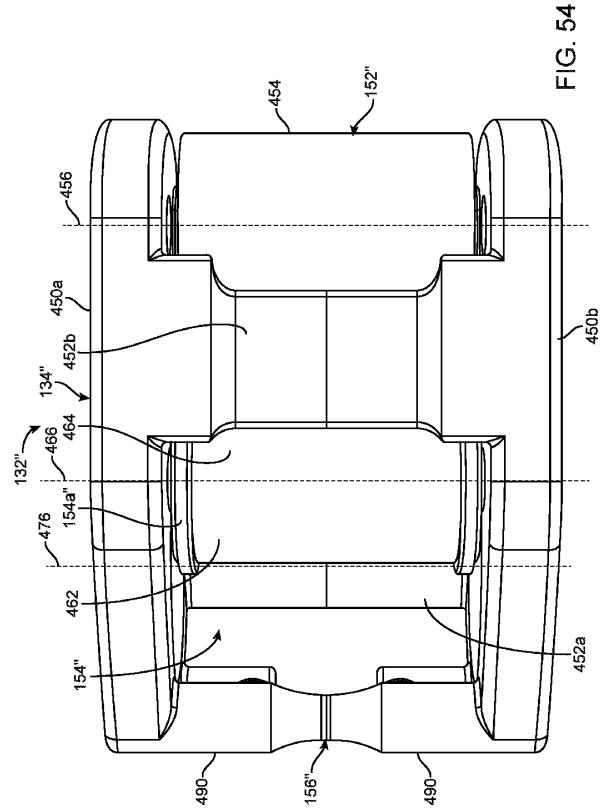
40

50

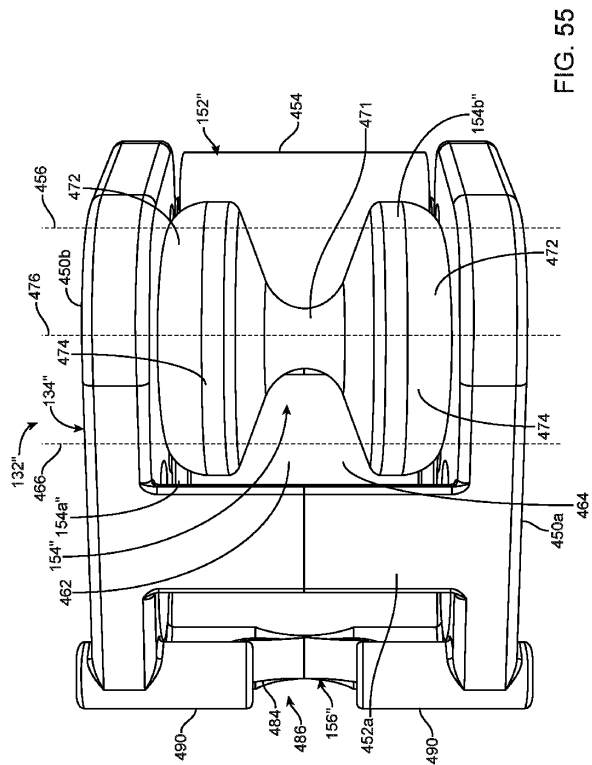
【図 5 3】



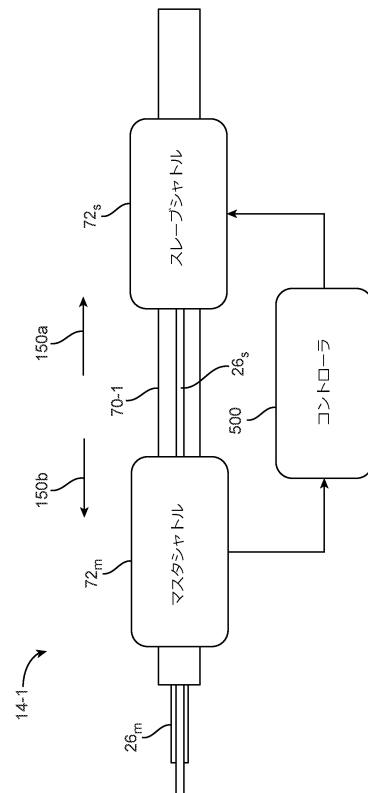
【図 5 4】



【図 5 5】



【図 5 6】



10

20

30

40

50

【図 57】

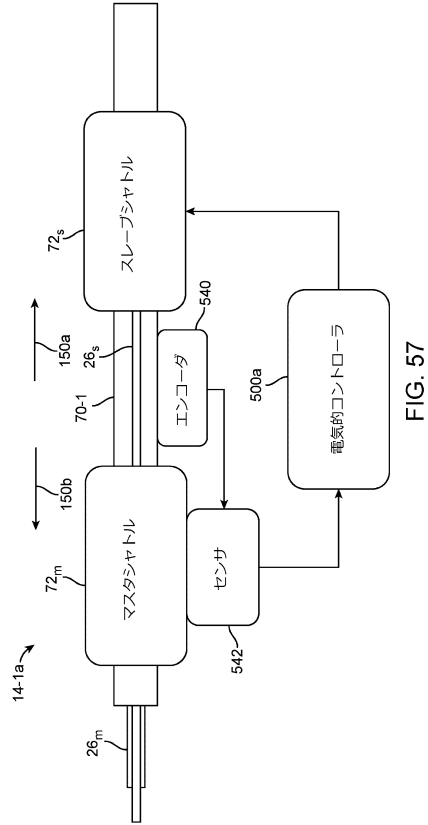


FIG. 57

【図 58】

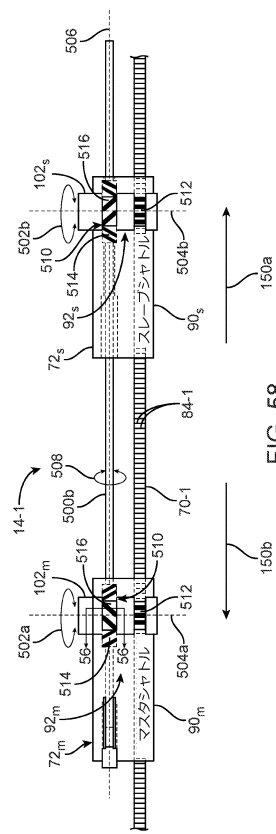


FIG. 58

【図 59】

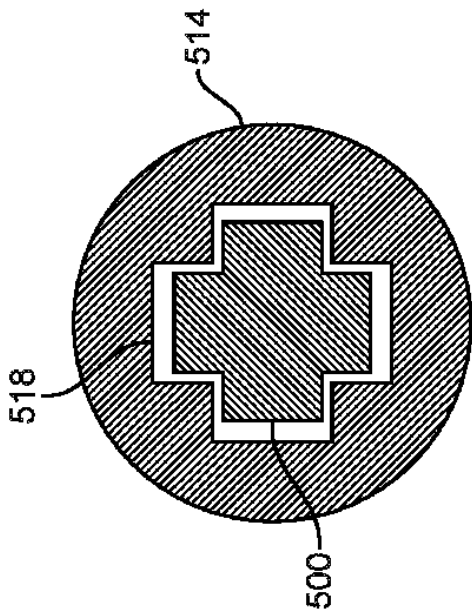


FIG. 59

【図 60 - 1】

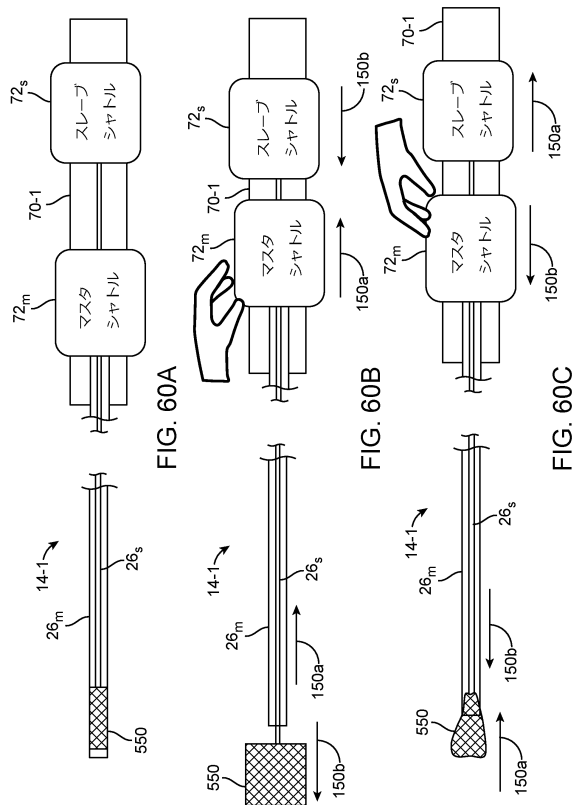


FIG. 60A

FIG. 60B

FIG. 60C

10

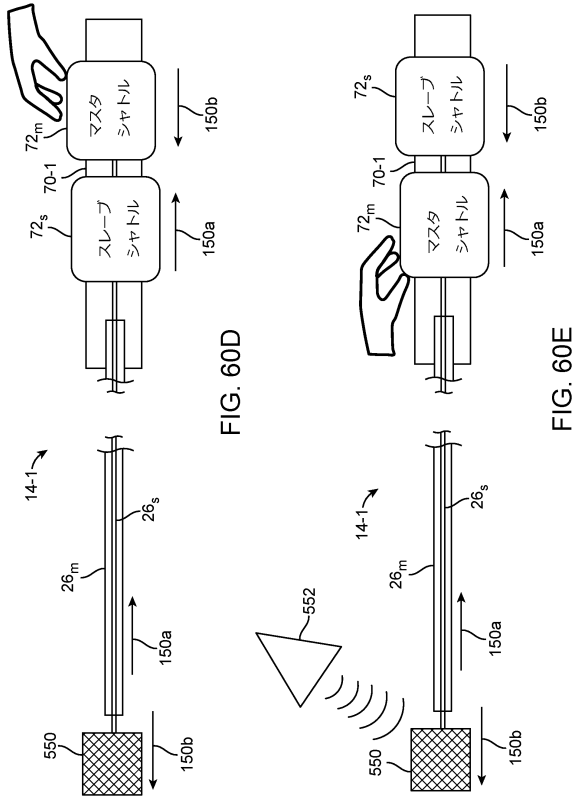
20

30

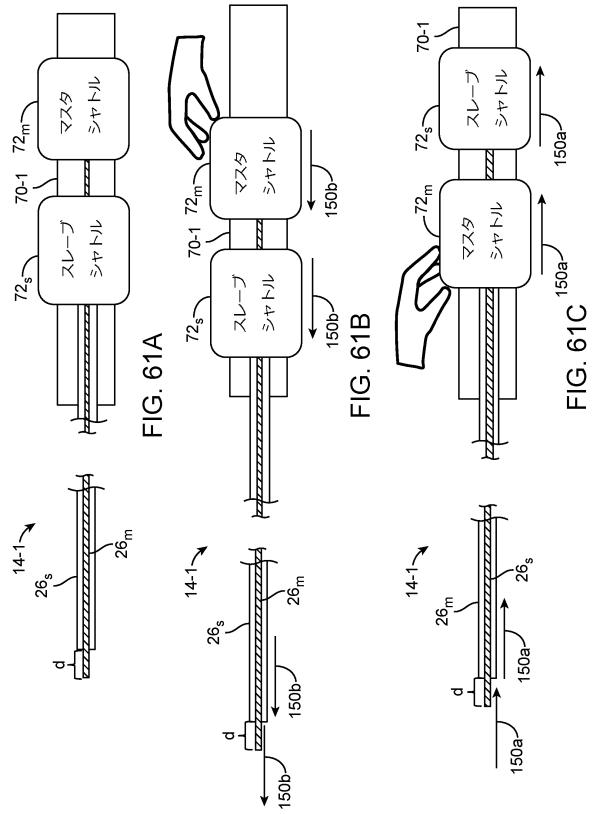
40

50

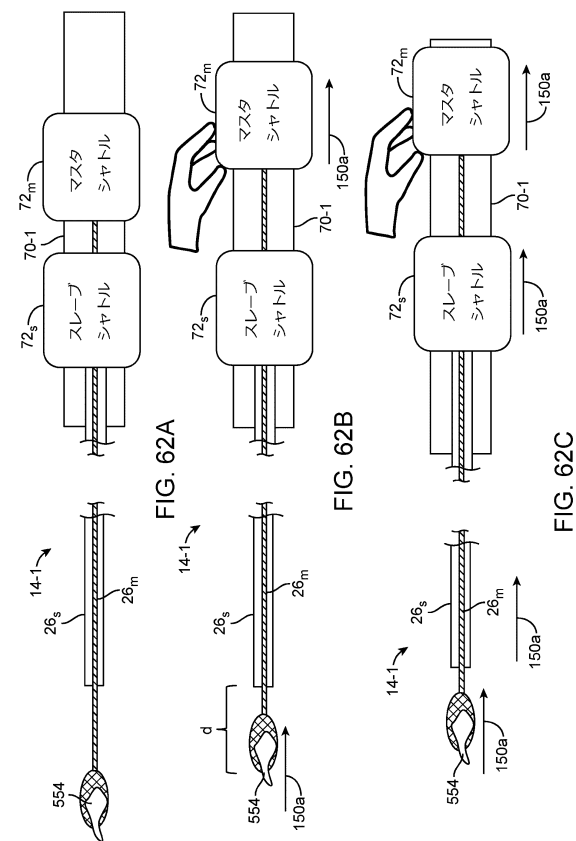
【図 60-2】



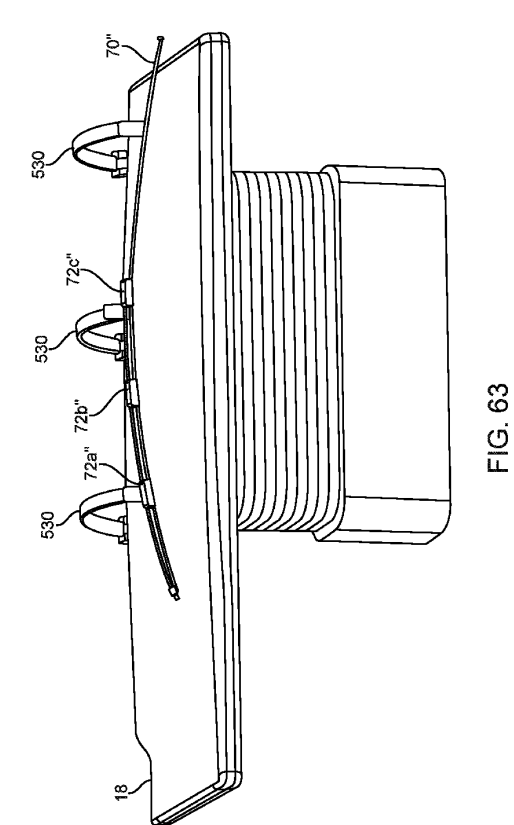
【図 61】



【図 62】



【図 63】



10

20

30

40

50

【図 6 4】

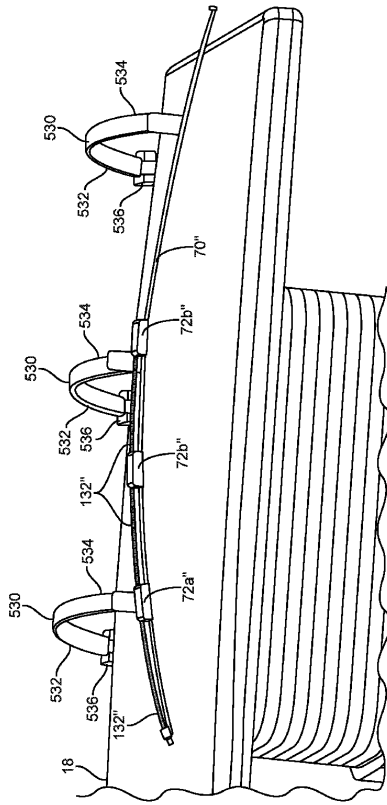


FIG. 64

【図 6 5】

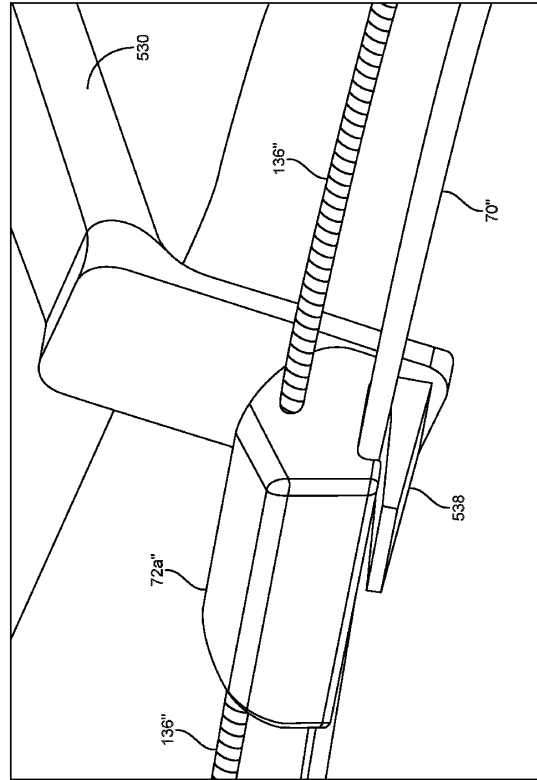


FIG. 65

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/038099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B34/30 A61B34/20 A61B34/32 A61B34/37 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/011554 A1 (CORINDUS INC [US]) 21 January 2021 (2021-01-21) A paragraphs [0168], [0169], [0174], [0176]; figures 1,3,4,9 -----	1,3-8, 15,25 16,24
X	US 2016/235946 A1 (LEWIS PAUL E [US] ET AL) 18 August 2016 (2016-08-18) A paragraphs [0102], [0106] - [0109], [0112]; figures 1,2,4,5 -----	1,3-8, 15,25 16,24
X	US 2002/177789 A1 (FERRY STEVEN J [US] ET AL) 28 November 2002 (2002-11-28) A paragraphs [0061], [0064]; figures 10-12 -----	1,3-8, 15,25 16,24
X	US 2020/345483 A1 (WONG ESTELLA [US] ET AL) 5 November 2020 (2020-11-05) A paragraphs [0045] - [0046], [0048], [0051]; figures 6a-c -----	1,3-8,24 15,16,25
-/--		
☒	Further documents are listed in the continuation of Box C.	☒ See patent family annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 October 2022		Date of mailing of the international search report 02/01/2023
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer van Poelgeest, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/038099

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2022/165241 A1 (FRIFLO CARDIOVASCULAR INC [US]) 4 August 2022 (2022-08-04) paragraphs [0248] - [0254], [0257]; figures 29a, 31a-c -----	1, 3-8, 16, 24
A, P	WO 2022/144266 A1 (ROBOCATH [FR]) 7 July 2022 (2022-07-07) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2022/038099

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

10

20

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:
1, 3-8, 15, 16, 24, 25

30

40

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2022 /038099

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1, 3-8, 15, 16, 24, 25

Device for translation actuation of an elongate medical device

2. claims: 2, 28-48, 55-57, 65, 66

Device for non-linear translation of an elongate medical device

3. claims: 17-23, 58-64, 69-91, 98-105

Device for buckling prevention in a translated an elongate medical device

4. claims: 9-11, 49-51, 92-94, 108-142

Device for axial translation control of two or more elongate medical devices

5. claims: 26, 27, 67, 68, 106, 107, 143-168

Device for user control of an elongate medical device

6. claims: 12-14, 52-54, 95-97

Device for fluid management of an elongate medical device driver assembly

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2022/038099

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2021011554 A1	21-01-2021	CN 114466628 A	10-05-2022
		EP 3982865 A1	20-04-2022
		JP 2022540500 A	15-09-2022
		US 2022233263 A1	28-07-2022
		WO 2021011554 A1	21-01-2021
US 2016235946 A1	18-08-2016	US 2014277333 A1	18-09-2014
		US 2016235946 A1	18-08-2016
		US 2020383735 A1	10-12-2020
US 2002177789 A1	28-11-2002	AT 412372 T	15-11-2008
		AU 2002305341 A1	18-11-2002
		DK 1389958 T3	12-01-2009
		EP 1389958 A2	25-02-2004
		ES 2314062 T3	16-03-2009
		US 2002177789 A1	28-11-2002
		WO 02089872 A2	14-11-2002
US 2020345483 A1	05-11-2020	CN 113825471 A	21-12-2021
		EP 3962566 A1	09-03-2022
		US 2020345483 A1	05-11-2020
		WO 2020223457 A1	05-11-2020
WO 2022165241 A1	04-08-2022	US 2022395669 A1	15-12-2022
		WO 2022165241 A1	04-08-2022
WO 2022144266 A1	07-07-2022	FR 3118406 A1	01-07-2022
		WO 2022144266 A1	07-07-2022

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB
,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,
LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,
QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,W
S,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. ブルートゥース

2. FIREWIRE

3. QRコード

クス08, カウンティー コーク, キャリトヒル, アイディーエー ビジネス アンド テクノロ
ジー パーク, アングローブ

Anngrove, IDA Business & Technology Park, Carr
igtwohill, County Cork, T45HX08 Ireland

(74)代理人 110001302

弁理士法人北青山インターナショナル

(72)発明者 ポーター, スティーブン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94610, ピードモント, ハーバードロード 1062

(72)発明者 エッシュ, ブレディ

アメリカ合衆国 ミシガン州 49002, カラマズー, エアビューブールバード 2825

(72)発明者 カラベイ, ハリル

アメリカ合衆国 ミシガン州 49002, カラマズー, エアビューブールバード 2825

(72)発明者 ワン, ハン-ウェイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538, フリーモント, ベイサイドパークウェイ 479
00

(72)発明者 チャトゥルヴェディ, アニルード アヌパム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538, フリーモント, ベイサイドパークウェイ 479
00

F ターム (参考) 4C130 AA12 AA13 AA16 AA19 AA23 AA24 AA42 AB02 AB07 AC07

AD02 AD09 BA06 BA14 CA14 CA20