

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4926183号
(P4926183)

(45) 発行日 平成24年5月9日 (2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月17日 (2012.2.17)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 18/12 (2006.01)

F I
A 6 1 B 17/39 3 1 0

請求項の数 14 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-538034 (P2008-538034)	(73) 特許権者	506257180
(86) (22) 出願日	平成18年10月27日 (2006.10.27)		セント・ジュード・メディカル・エイトリ
(65) 公表番号	特表2009-513270 (P2009-513270A)		アル・フィブリレーション・ディヴィジョン
(43) 公表日	平成21年4月2日 (2009.4.2)		ン・インコーポレーテッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/042119		アメリカ合衆国、55117-9913、
(87) 国際公開番号	W02007/050960		ミネソタ州、セント・ポール、セント・ジ
(87) 国際公開日	平成19年5月3日 (2007.5.3)		ュード・メディカル・ドライブ 1
審査請求日	平成21年8月13日 (2009.8.13)	(74) 代理人	110000110
(31) 優先権主張番号	60/730,634		特許業務法人快友国際特許事務所
(32) 優先日	平成17年10月27日 (2005.10.27)	(72) 発明者	ポール ソーラブ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国、55305、ミネソタ州
			、ミネトンカ、ナンバー302、プライマ
			ウス ロード 2250

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組織接触検知システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

組織表面と、組織表面上に影響を与えるカテーテルの遠位端部分との間の接触を示す情報を提供する組織接触検知システムであって、

柔軟なシャフト部分と遠位端部分とを有するカテーテルと、
柔軟なシャフト部分と遠位端部分との間に結合されている柔軟材と、
電気機械的センサー手段と、を備えており、

前記電気機械式センサー手段は、組織の表面と前記遠位端部分との接触によって前記電気機械式センサー手段に生じる機械負荷に応じてそれぞれ電気信号を発生するように柔軟材と結合されており、

前記電気機械式センサー手段は、少なくとも3つの離間された電気機械式センサーを備えており、

前記電気機械式センサーは、前記カテーテルの外表面に覆われており、
それぞれの前記電気機械式センサーは、カテーテルの長手方向軸に沿って横たわるように延びるとともに、延在方向において互いに横方向に隣接するように配置されており、

前記電気機械式センサーの長手方向軸は、実質的に前記カテーテルの長手方向軸に平行である、組織接触検知システム。

【請求項 2】

それぞれの前記電気機械式センサーは、横方向に近接する電気機械式センサーと実質的に等間隔離れている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記電気機械式センサー手段は、グラウンド接続を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項 4】

前記電気機械式センサー手段は、隣接する電気機械式センサー手段から約30°～約180°度だけ放射状にずらしてある、請求項3に記載のシステム。

【請求項 5】

前記カテーテルの前記遠位端部分に結合する電極をさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項 6】

前記電極は、組織をアブレーションする手段を備えている、請求項5に記載のシステム。

10

【請求項 7】

前記組織をアブレーションする手段は、高周波エネルギーに適用された電極を含んでいる、請求項6に記載のシステム。

【請求項 8】

前記少なくとも3つの電気機械式センサーのそれぞれは、対となる電気機械式センサーを備えている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 9】

前記電気機械式センサー手段に電氣的に接続されている出力装置をさらに備えており、前記出力装置は、それぞれの電気信号を受信し、前記遠位端部分と組織表面との接触力の大きさおよび方向の表示を計算する、請求項1に記載のシステム。

20

【請求項 10】

前記出力装置は、無線遠隔測定リンクによって前記電気機械式センサーに接続されている、請求項9に記載のシステム。

【請求項 11】

前記柔軟材は、 $-Si-O-Si-O-$ のようにシリコンと酸素が交互に配列された、樹脂が基体の材料またはポリマーのいずれか一方を含み、樹脂が基体の材料またはポリマーの特性は、シリコン原子が接している有機基によって決定される、請求項1に記載のシステム。

【請求項 12】

30

前記柔軟材は、前記電気機械式センサー手段に隣接して柔軟な体積を提供する手段をさらに備えている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 13】

前記少なくとも3つの電気機械式センサーは、圧電フィルム材を備えている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 14】

遠位端部分に結合する電極をさらに備えており、前記電気機械式センサー手段は、支持体構造に結合しており、前記支持体構造は、電極に結合している、請求項1に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、米国仮特許出願第60/730,634号明細書の優先権を主張するものであり、その全体を本明細書に記載したものとして本明細書に援用する。

【0002】

(技術分野)

本発明は、電極カテーテルおよび組織切除に電極カテーテルを使用する方法に関する。特に、本発明の電極カテーテルは、カテーテルと動く表面（例えば、心臓壁）との接触を切除手順のために判定するための、圧電センサーなどの1つまたは複数の電気機械式セン

50

サーを備えることができる。

【背景技術】

【0003】

形成される傷の深さおよび場所を制御できるなら、組織に傷を形成させることにより便益がもたらされうることはよく知られている。特に、凝固壊死によって傷が形成されるほど組織の温度を約50℃まで上昇させることが望ましいことがあり、その場合には組織の電気的性質が変化する。例えば、望ましくない心房細動を少なくするかまたは取り除くために、凝固壊死によって心臓の組織の特定の場所に傷を形成させることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかし、一部の既存の切除電極を用いて特定の場所に傷を形成させようとするとき、幾つかの困難に直面することがある。既存の切除電極の場合に直面するそのような困難の1つは、組織との接触をどのように判定するかということである。電極－組織の接触は、従来の蛍光透視技術を用いたのでは容易に判断できない。それよりむしろ医師は、電極カテーテルを用いて自分の経験に基づいて電極－組織の接触を判断する。そのような経験は時間をかけなければ得られず、医師が定期的に電極カテーテルを使用しなければすぐに失われるであろう。さらに、心臓内に傷を形成する際に、心臓の拍動は、問題をさらに複雑にしており、所望の傷を形成するために十分に長い時間にわたって電極と組織との間の十分な接触圧力を判定し維持することを難しくさせている。カテーテルと組織との間の接触を適切に維持できなければ、良質の傷は形成されないであろう。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

組織切除手順のために電極と表面（例えば、心臓壁）との接触を判定することができることが望ましい。電極を心臓壁に押し付けて位置付けると、電極と組織との間に接触応力が生じる。この応力は、電極に連結された1つまたは複数の電気機械式センサー（圧電センサーなど）を実装することにより、測定できる。圧電センサーは電極の応力に対応する電圧信号および電荷を発生する。

【0006】

ある例示的实施形態では、圧電センサーはカテーテルシャフト内に収納されている電極と作動連結している。別の例示的实施形態では、複数の圧電センサーが電極カテーテル内に設けられている。圧電センサーからの出力により、使用者（例えば、医師または技師）は切除手順のために望ましい量の圧力で標的組織に押し付けるように電極カテーテルを位置付けることができる。

30

【0007】

例示的な電極接触検知システムは、カテーテルシャフトの遠位部分に収納されている電極を備えることができる。少なくとも1つの圧電センサーは、カテーテルシャフト内の電極と作動連結している。少なくとも1つの圧電センサーは、圧力の量に対応する電気信号を発生することにより電極の応力に対して反応する。システムは、少なくとも1つの圧電センサーに電氣的に接続された出力装置を含むこともできる。出力装置は、電極と組織との間の接触レベルを判定するための電気信号を受け取る。

40

【0008】

組織切除のために電極－組織の接触を判定する例示的方法是、柔軟なカテーテルの遠位部分に収納されている電極の応力に応じて圧電信号を発生させることと、圧電信号に基づいて電極と動く組織との間の接触レベルを判定することを含むことができる。

【0009】

切除手順のために使用者が望ましい接触レベルで標的組織に電極を適切に位置付けることができるように、出力は（例えば、ディスプレイ装置または他のインターフェイスで）リアルタイムに使用者に伝えることができる。例えば、接触が不十分であることを出力が示す場合、使用者は接触圧力を増大させることができる。あるいは、例えば、接触が過剰

50

であることを出力が示す場合、使用者は接触圧力を減少させることができる。

【0010】

本発明の前述および他の態様、特徴、詳細、有用な点、および利点は、以下の説明および添付の特許請求の範囲を読み、添付図面を調べることにより明らかとなるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

組織切除システムおよびカテーテル内の電極と組織との間の接触を判定するためのその使用方法の例示的实施形態を図に示してある。例示的システムは、例えば、患者の心臓の内部に切除傷を形成させるためにカテーテルを用いて患者に挿入できる電極を備えている。例示的切除手順の間に、使用者（例えば、患者の医師または技師）は、例えば、脚または患者の首を通っている患者の血管の1つにカテーテルを挿入することができる。使用者は、リアルタイムの蛍光透視撮像装置（fluoroscopy imaging device）に導かれて、カテーテルを患者の心臓に入れる。

10

【0012】

カテーテルが患者の心臓に達すると、カテーテルの遠位部分にある電極を用いて心筋層（すなわち、心臓壁の筋肉組織）のマップを電氣的に作製し、標的組織を特定することができる。標的組織を特定した後、使用者は、カテーテル内のその電極または他の電極から切除エネルギーを加えて切除傷を形成させる前に、カテーテルを移動させて標的組織と接触させなければならない。接触のレベルは、多くの場合、心臓内の回りの組織を損傷せずに標的組織に十分に深い切除傷を形成させるのに重要である。

20

【0013】

以下にさらに説明するように、システムは、表面（例えば、拍動している心臓内の標的組織）に電極が接触するとそれに応じて電気信号を発生する1つまたは複数の電気機械式センサー（圧電センサーなど）を含むことができる。したがって、本発明の実施形態は、例えば、組織との接触の問題を緩和するとともに適度な量の切除エネルギーを標的組織に加えることができることを含め、いくつもの利点を提供する。本発明は、難しい環境で（例えば、拍動している心臓の内部の動く表面に傷を形成させる際に）、組織との接触を改善するのに役立つ。

【0014】

図1aおよび1bは、電極10と標的組織12（例えば、心筋層）との間の例示的接触を示す。電極10はカテーテル16の柔軟なシャフト14内に設けることができる。柔軟なカテーテルシャフト14は、血管を通じて電極10を容易に患者の心臓内に挿入でき、かつ隣接した組織（例えば、標的組織12）が動くときそれによってずれるかまたはたわむことができるような、プラスチック材料かまたは他の好適な材料で作製できる。

30

【0015】

電極10は、カテーテルシャフト14を通じて好適な配線によって発生器（図示せず）（例えば、高周波（RF）発生器など）に電氣的に接続することができる。このようにして、電極10は、切除手順の間に熱による傷を標的組織上に形成させるために、電気エネルギー（例えば、RF電流）を電極10の先端近くで発する働きをする。

【0016】

電極10が標的組織12と接触するように、使用者はカテーテル16のハンドル部分（図示せず）を操作して、患者の心臓の内部に電極10を手動で位置付けることができる。図1aでは、標的組織12と（接触しているとしても）わずかしき接触していない電極10が示されている。例えば、使用者が切除手順のためにカテーテル16を用いて電極10を心臓内で位置付けているとき、電極10は標的組織12の近傍で「浮動している」ことがある。図1bでは、標的組織12と接触している電極10が示されている。

40

【0017】

電極10が標的組織12と十分または「良好」な接触をしている場合、電極10は、標的組織12との接触によっておおむね矢印18で示される方向に応力がかかるかまたはたわみうる。電極10の応力またはたわみは、以下にさらに十分に説明されているように、

50

少なくとも1つの圧電センサー20を用いてリアルタイムで測定して、電極10と標的組織12との間の接触を判定することができる。

【0018】

次に進む前に、図1bに示されている接触および動きは、説明のために示されているのであり、限定することを意図するものではないという点が注目される。その他の接触および動きも存在することがあり、かつ／または使用者にとって望ましいことがある。十分または「良好」な接触の定義は、少なくともある程度さまざまな手術条件（operating condition）によって左右されるものであり、その条件のほんの数例を挙げれば、例えば、標的組織の種類、切除傷の望ましい深さ、および加えるRFエネルギーの出力および持続時間などがある。

10

【0019】

組織の切除のために従来実装されるシステムに特有の他の構成要素は、簡潔にするため本明細書では示されていないかまたは説明されていないという点も注目される。そうであっても、そのような構成要素も電極10の一部として、または電極と一緒に用いるために設けることができる。例えば、それらのシステムは一般的に、ECG記録システムおよび／または切除手順を実施するためのさまざまな制御手段（control）を含むかまたはそれに関連して使用される。そのような構成要素は、医療機器の技術分野においてよく理解されているものなので、本発明を完全に理解する上でさらなる説明は不要である。

【0020】

前述したように、1つまたは複数の圧電センサー20は、標的組織12と接触しているときの電極10の応力を測定するため、電極10と作動連結することができる。図2は、圧電センサー20と作動連結した例示的電極10の斜視図である。この実施形態では、圧電センサー20は三脚の形状をした支持構造体22上に設けられている。図2aは、圧電センサー20をその上に備えている三脚の形状をした例示的支持構造体22の斜視図である。圧電センサー20は、つば21によって接続されているアーム20a～cを有し、かつ少なくとも部分的に支持構造体22のそれぞれの脚22a～cを下方に伸ばしている一体成形物（single piece）として形成されていてよい。支持構造体22は、図2に示すように首部分24で電極20に直接取り付けられている。

20

【0021】

任意選択的に、圧電センサー20を有する支持構造体22は、カテーテルシャフト14の絶縁キャビティまたは柔軟部分（compliant section）26の中に設けることができる。圧電センサー20を電極10内に収納することおよび圧電センサー20を外的な損傷または腐食から保護することに加えて、柔軟部分26は機械的な低域フィルターとしての役割を果たすことができる。すなわち、柔軟部分26は、例えば、電極10を標的組織12の近傍に位置付ける際の断続的接触による小さな振動によって生じる高周波の「雑音」信号を減じる。したがって、使用者にとっては出力としての高周波の雑音信号が抑えられる（または存在さえしない）。

30

【0022】

電気配線28は、（例えば、接続28'で図示されているように）圧電センサー20に接続することができる。電気配線29は、アース接続（connected to a ground）することもできる（例えば、接続29'で図示されているように支持構造体22（ここで支持構造体は電気導体である）の脚22cに）。この実施形態では、圧電センサー20が一体成形物として形成されているので、1本の電線のみが圧電センサー20に接続されている（また1本の電線がアースされている）必要があるという点に注目される。電線28～29は、圧電センサー20からデータ収集装置／処理装置／出力装置（図示せず）（例えば、心エコー図（ECG）装置など）へ電気信号を送るために、カテーテルシャフト14を貫通してよい。あるいはまた、例えば、カテーテル内に送信機を設け、かつデータ収集装置／処理装置／出力装置に関連して受信機を設けることにより、無線接続を実現することができる。

40

【0023】

50

使用時に、圧電センサー 20 は、電気エネルギー（例えば、電圧または電荷）を発生することにより、電極—組織の接触応力に対して反応する。したがって、電極 10 が標的組織 12 と接触して位置付けられている場合、圧電センサー 20 は電極 10 の応力に対応する電気信号を発生する。生じた電気信号は処理することができ、かつ／または（処理されない場合は）使用者に対して出力できるので、望ましい接触レベルで標的組織 12 に電極 10 が位置付けられる時期を使用者は判断できる。

【0024】

加えられた機械的ストレスに反応して電気エネルギーを発生する圧電センサーは、電気機械の技術分野ではよく理解されているものである。一般に、圧電センサーは、正および負の電荷を含んでいる圧電材料を含む。中立または「応力なし」の状態では、これらの電荷は対称的に圧電材料中に分散しており、その材料は全体的に中立電荷（neutral electrical charge）を示す。しかし、圧電材料を機械的ストレス（例えば、屈曲、圧力、および／または張力）にさらすと、対称的な電荷分布が乱され、それによって材料に電気エネルギーが発生する。圧電材料によっては小さな変形であっても（例えば、ナノメートルのオーダーでも）、測定可能な電圧信号を発生しうる。図 3 a～c を概観すれば、圧電材料の作用をよりよく理解できるであろう。

【0025】

図 3 a は、電極 10 と一緒に使用するために実装できる例示的圧電センサー 20 の一部分の横断面斜視図である。図 3 b～c では、さまざまな応力に反応するであろうときの圧電センサー 20 を誇張した形で示してある。ここで、図 3 b は図 3 a に示す圧電センサー 20 の側面図であり、図 3 c は図 3 a に示す圧電センサー 20 の平面図である。

【0026】

ある例示の実施形態では、圧電センサー 20 は、貼り合わせられた複数の層を有する積層センサーにすることができる。センサーを貼り合わせると感度が向上するが、そうする必要があるというわけではない。貼り合わせられた層は、金属層 32 a と 32 b との間に「挟まれた」圧電材料 30 ならびに保護被膜 34 a および 34 b を含むことができる。金属層 32 a および 32 b は、任意の好適な金属（例えば、銀インキの薄層）であってよい。金属層 32 a および 32 b は、例えば、データ収集装置／処理装置／出力装置へ電気配線を経由して電気信号として送るために、圧電材料 30 によって発生された電荷を収集する役割を果たす。金属層 32 a および 32 b は、圧電材料 30 の応力に応じて電気エネルギーを収集する役割を果たす。P V D F（カイナー（Kynar（登録商標）））などの圧電材料は高感度の薄い柔軟なポリマーフィルムとして市販されており、そのため屈曲可能なカテーテルと一緒に用いるのに特に望ましいものとなっている。保護被膜 34 a および 34 b は、任意の好適な材料（例えば、マイラー（Mylar（登録商標）））であってよい。

【0027】

圧電センサー 20 の貼り合わせられた層は任意の特定の材料および／または構成に限定されないという点が注目される。例えば、圧電センサー 20 は、別々の金属層 32 a および 32 b と一緒に用いることに限定されない。また圧電センサー 20 は、図 3 a に示されているほぼ長方形の構成にも限定されない。

【0028】

ある例示の実施形態では、圧電材料 30 は、薄くて柔軟なポリマーベースの材料を含むことができる。そのような圧電フィルムの 1 つは、メジャーメント・スペシャリティーズ社のセンサー製品部門（ペンシルバニア州ノリスタウン）（Sensor Products Division of Measurement Specialties, Inc.（Norristown, Pennsylvania））から市販されているポリフッ化ビニリデン（P V D F）フィルムである。この P V D F フィルムは約 28 μm の厚さなので、この P V D F フィルムはカテーテルシャフト 14 内に容易に収納することができる。

【0029】

加えて、このP V D Fフィルムは、約 $0.001\text{ Hz} \sim 10^9\text{ Hz}$ という広い周波数範囲および大きな動的応力定数（dynamic stress constant）（ $g_{31} = 216 \times 10^{-3}\text{ Vm/N}$ ）を有する。説明のために述べれば、ジルコン酸チタン酸鉛（P Z T）などの他の一般的な圧電材料は動的応力定数（ g_{31} ）が $10 \times 10^{-3}\text{ Vm/N}$ であり、酸化チタンバリウム（B a T i O₃）は動的応力定数（ g_{31} ）が $5 \times 10^{-3}\text{ Vm/N}$ である。したがって、P V D Fフィルムは非常に感度がよく、比較的小さな機械的ストレスに対して比較的高い電圧レスポンスを示す。またそれゆえに動的応力およびひずみを測定するのに大変好適である。

【0030】

当然ながら、図3 aを参照しながら前述した圧電センサー20は、説明のためのものであり、限定することを意図するものではない。他の圧電センサーも実装することができ、貼り合わせられた圧電フィルムに限定されない。また圧電センサーは、任意の特定の種類またはサイズの圧電材料と一緒に使用することにも限定されない。電極10と一緒に用いる際の圧電センサー20の選択は用途に固有でありうるものであり、少なくともある程度は、所望の感度および／または圧電センサーを収納するための空間的制約など（これらに限定されない）1つまたは複数の設計の考慮事項に左右されうる。

【0031】

中立状態の圧電センサー20を図3 aに示す。中立状態では、圧電材料30はどんな応力やひずみにもさらされていない。したがって、電荷は圧電材料30の中立面Nのどちらの側にも対称的に分散しており、そのためその材料は全体的に中立電荷を示す。

【0032】

最も広く使用されている係数である d_{3n} （電荷の場合）および g_{3n} （電圧の場合）は、2つの添え字を有する。最初のものは電気軸を指し、2番目の添え字は機械軸（mechanical axis）を指す。圧電フィルムは薄いので、電極はフィルムの上面および底面にのみ作用する。したがって、電荷または電圧は常にフィルムの厚さ（ $n=3$ ）を通して伝わるので、電気軸は常に「3」で指し示される。機械軸は1、2、または3のいずれかでありうる。これらの軸のいずれにも応力がかかりうるからである。典型的には、圧電フィルムは、低周波の検知および動作（ $<100\text{ KHz}$ ）には機械の1の方向で、高い超音波の検知および動作（ $>100\text{ KHz}$ ）には機械の3の方向で用いられる。これらの応力は、図3 bおよび3 cを参照するとよりよく理解できる。

【0033】

図3 bは、図3 aに示す圧電センサー20の側面図である。図3 bには、おおむね矢印36の方向にかかる横応力に反応するであろうときの圧電センサー20を誇張した形で示してある。この応力状態では、圧電材料30は、矢印A1およびA2で示されているように中立状態を基準にして横にひずむ。圧電センサー20は、曲げ応力にも反応することができる。この応力状態では、圧電材料30は、矢印B1およびB2で示されているように中立状態を基準にして曲げひずみが生じる。

【0034】

図3 cは、図3 aに示す圧電センサー20の平面図である。図3 cには、おおむね矢印37の方向にかかる応力分布に反応するであろうときの圧電センサー20を誇張した形で示してある。この応力状態では、圧電材料30は、矢印C1およびC2で示されているように中立状態を基準にして縦方向にひずむ。

【0035】

それぞれの場合に、これらの応力により電荷の対称分布が乱され、電気エネルギーが圧電材料30に発生する。操作時に、この電気エネルギーは、例えば、カテーテルシャフト14を貫通する電気配線を経由して電気信号として信号調節装置／データ収集装置／処理装置／出力装置（図示せず）へ送るために、金属層32 a、32 bによって収集できる。

【0036】

図2に示されている電極10に取り付けられた圧電センサー20に戻ると、支持構造体22に設けられ、かつ電極10に取り付けられた圧電センサー20は、電極10上の応力

10

20

30

40

50

(例えば、矢印40および／または41で示されている方向)のために、応力が生じるかまたはひずむことが容易に分かる。圧電センサー20は、電気(電圧)信号を発生することによって反応する。これらの電気信号は、例えば、電気モニター装置(electrical monitoring device)上の出力として使用者が見ることができる。

【0037】

図4は、動く組織(心筋層など)と接触している電極に接続されている場合に、圧電センサー(例えば、図2の圧電センサー20)によって発生する電気信号に対応する波形40を示すオシロスコープの例示的出力である。操作時に、波形42などの出力は、例えば、ECG装置上の波形として使用者に表示することができる。

10

【0038】

ある例示的实施形態では、圧電センサー20からの信号強度(例えば、振幅)は電極10の応力の量に比例するので、電極10が組織(例えば、心筋層)と良好に接触しているかどうかを判断するのに使用できる。電極10が標的組織と接触していない場合、生じる波形42にピークはない(またはピークは断続的である)。一方、心拍動と圧電センサーによる出力との間に強い相互関係がある場合、電極10が動く標的組織と良好に接触していることを示す。

【0039】

信号の周期性も、動的接触を判定するための強力な指標である。例えば、心拍動と心拍動の間の時間が圧電センサー20による時間出力とうまく対応している場合、電極10は心拍動に応じて動いている(他の何らかの理由によるのではない)。したがって、使用者はこのフィードバックを用いて、動く心臓壁とカテーテルとの接触を強めるかまたは弱めて、所望の接触を実現することができる。

20

【0040】

次に進む前に、電極-組織の接触を使用者に示すために任意の好適なアナログ装置および／またはデジタル装置を実装できるという点が注目される。別の例示的实施形態では、圧電センサー20によって発生する電気信号は、デスクトップまたはラップトップコンピューターなど(これらに限定されない)の好適な処理装置を用いてさらに特徴付けることができる。そのような処理装置は、圧電センサーによって発生する電圧または電荷の信号を受け取り、対応する電極10の接触状態にそれを変換し、使用者に、例えばディスプレイ装置で出力するために、実装することができる。

30

【0041】

出力装置はディスプレイ装置に限定されないという点にも注目される。例えば、電極-組織の接触は、可聴信号またはカテーテルのハンドルの触覚フィードバック(例えば、振動)として使用者に出力することができる。いずれにしても、圧電センサーの出力を何らかの形で使用者に伝えるための回路は、本明細書の教示をよく理解すれば、電子技術分野の当業者が容易に提供することができる。

【0042】

図5a～eは、少なくとも1つの圧電センサー120を電極110と作動連結する別の実施形態を示す斜視図である。図5a～cに示す実施形態では、100番台の参照番号は、図2および2aを参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

40

【0043】

図5aは、支持構造体122に設けられた圧電センサー120(これは、電極110に対して離間した関係でシャフト124によって電極110に接続されている)を示す斜視図である。こうした実施形態は、圧電センサーを電極から熱的または電氣的に分離するのに役立つ。さらに、シャフト124は柔軟であってよい。連結シャフトの柔軟性は、見かけの高周波偽信号(spurious high frequency signal artifact)を緩和する機械的な低域フィルターとして利用できる。

50

【0044】

シャフト124は中実または中空であってよいことにも注目されたい。例えば、洗浄カテーテル(irrigated catheter)と一緒に用いるためのシャフトの中を流体が流れることができるように、シャフト124は中空であってよい。図示されていないが、チューブまたは他の導管はシャフト124に接続されているかまたはそれを貫通しており、さらにカテーテルシャフト114を貫通してハンドル部分(図示せず)まで伸びていてよい。

【0045】

図5bは、複数の別々の圧電センサー120a~c(センサー120aおよび120bだけしか見えていないが)を示す斜視図である。この実施形態では、別々の圧電センサー120a~cが、支持構造体122のそれぞれの脚122a~cに少なくとも部分的に下方方向に取り付けられているが、別々の圧電センサー120a~cは互いに電氣的に接続されていない。支持構造体122は、図5bに示すように電極110に近い首部分124に取り付けられていてよい。あるいはまた、支持構造体122は、図5aを参照しながら上で説明したように離間した関係でシャフト124によって電極110に連結されていてもよい。

10

【0046】

この実施形態では、カテーテルシャフト114を貫通した追加の配線を設ける(または上述の無線接続を使用する)必要があるという点が注目される。すなわち、電気配線128a~cが(例えば、接続128a'~128c'で示されているように)それぞれの圧電センサー120a~cに接続されていてよく、電気配線129が(例えば、支持構造体122(支持構造体122は電気導体である)の脚122cの接続129'で示されているように)共通グラウンド(common ground)に接続されていてよい。

20

【0047】

使用時に、圧電センサー120は、電気エネルギー(例えば、電圧または電荷)を発生することにより、機械的ストレスに対して反応する。標的組織との電極の接触を検出することに加えて、別々の圧電センサー120a~cのそれぞれから得られる信号の相対的大きさおよび方向を用いて、電極110の接触の方向および面を判断することができる。得られた電気信号は処理することができ、かつ/または(処理されない場合は)使用者に対して出力できるので、望ましい接触レベルで標的組織12に電極110が位置付けられる時期を使用者は判断できる。

30

【0048】

図5cは、三脚の保護層の間に挟まれたアーム部分120a~cを有する一体成形の圧電センサー120を示す斜視図である。すなわち、圧電センサー120のアーム部分120aは保護層122aと122a'との間に挟まれ、圧電センサー120の部分120bは保護層122bと122b'との間に挟まれ、圧電センサー120の部分120cは保護層122cと122c'との間に挟まれている。かかる実施形態は、圧電センサー120をさらに機械的に支持するのに役立ち、それによって検知システムの剛性は向上し、出力信号は増大する。

【0049】

圧電センサー120は、図5cに示すように一体成形物として形成してもよく、あるいは(例えば、図5bを参照しながら上述したように)別々の圧電センサーを設けてもよいという点が注目される。支持構造体122は、図5cに示すように電極110に近い首部分124に取り付けられていてよく、あるいは支持構造体122は(例えば、図5aを参照しながら上述したように)電極110に対して離間した関係でシャフト124によって電極110に連結されていてよいという点にも注目される。

40

【0050】

図5dは、2つの一体成形圧電センサー120a'(およびそれぞれの脚の120b'と120c')の間に挟まれた(参照122'で示される)支持構造体を示す斜視図である。2つの圧電センサーからの信号を組み合わせ、接触検知の感度を向上させることができ

50

る。さらに、圧電材料の応力反応は非等方性なので、感度の方向的相違を少なくするかまたは電極—組織の接触の方向情報を提供するために、2つの層は互いに対して異なった向きにされていてよい。

【0051】

圧電センサー120a'（およびそれぞれの脚の120b'と120c'）は、図5dに示すように一体成形物として形成されていてよく、あるいは（例えば、図5bを参照しながら上述したように）別々の圧電センサーを設けていてもよいという点が注目される。支持構造体122'は、図5cに示すように電極110に近い首部分124に取り付けられていてよく、あるいは支持構造体122'は（例えば、図5aを参照しながら上述したように）電極110に対して離間した関係でシャフト124によって電極110に連結されていてよいという点も注目される。

10

【0052】

図5eは、電極110に対して離間した関係で支持構造体122に設けられている圧電センサー120を示す斜視図である（図5aに示すとおりであるが、ただしシャフト124に接続されていない）。かかる実施形態は、電極から圧電センサーを熱的および電氣的に分離するのに役立つ。その代わりに、圧電センサー120をカテーテルシャフト内（例えば、柔軟材（compliant material）の内部）に取り付けることもできる。柔軟材は、見せかけの高周波偽信号を緩和する機械的な低域フィルターとしてだけでなく、機械的連結器（mechanical coupler）としての役割を果たすことができる。

20

【0053】

図6a～cは、少なくとも1つの圧電センサー220を電極210と作動連結するさらに別の実施形態を示す断面図である。図6a～cに示す実施形態では、200番台の参照番号は、図2および2aを参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

【0054】

これらの実施形態のそれぞれにおいて、圧電センサー220は電極210の近くまたはそれに隣接して設けられているが、電極210に直接接続されていない。かかる実施形態は、電極210から圧電センサー220を（熱的だけでなく）電氣的に分離するのに役立つとともに、なおかつ使用時に圧電センサー220が電極210の応力（例えば、矢印240および／または241の方向）に反応することができるようにもする。

30

【0055】

1つの例として、圧電センサー220は任意選択の絶縁材252に直接隣接して設けられ、この絶縁材が電極210と直接接触している。圧電センサー220は、柔軟材226（シリコンなど）の中またはエアスペース中に設けてもよい。電極210が標的組織と接触すると、圧電センサー220に応力またはひずみが生じ、そして次に圧電センサーが電氣的（電圧または電荷）信号を発生することにより電極210上の応力（例えば、矢印240および／または241で示される方向）に反応する。これらの電気信号は、例えば、電気モニター装置上の出力として使用者が見ることができる。

40

【0056】

図6aでは、圧電センサー220はほぼ「疑問符」の形状をしている。図6bでは、圧電センサー220はほぼ弓形または半円の形状をしている。図6cでは、圧電センサー220はほぼらせん形状をしている。当然ながら、本明細書の教示をよく理解すれば当業者にとって容易に明らかであるように、圧電センサー220の他の形状も企図される。圧電センサー220は（例えば、図3a～cに示すように）独立した積層構造であってよく、かつ／または柔軟な支持構造体（例えば、金属「フレーム」またはシリコン）上に設けてもよいという点が注目される。

【0057】

図6a～cには示されていないが、柔軟な支持構造体は、図6a～cに示されている圧

50

電センサー 220 とほぼ同じ形状にすることができる。しかし、図 6 a～c にはやはり示されていないが、電極 210 は、電極 210 を前方位置にかたよらせるばねまたはその他の好適な弾性材料を用いて、ばね付勢 (spring-biased) されていてよいという点が注目される。

【0058】

図 7 a～g は、少なくとも 1 つの圧電センサー 320 を電極 310 と作動連結するさらに別の実施形態を示す斜視図である。電極 310 内の圧電センサーの配置をもっとよく見ることができるように、断面図も図 7 b、d、および f に示す。図 7 a～g に示す実施形態では、300 番台の参照番号は、図 2 および 2 a を参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

10

【0059】

図 7 a では、弓状の圧電センサー 320 が電極 310 内に収納されている。圧電センサー 320 は電極 310 内に一体成形されていてよく、かつ／またはカテーテルシャフト 314 内に固定されていてよいという点が注目される。図 7 b では、断面図 300 a は図 7 の線 7 b-7 b に沿ったものであり、電極 310 内の圧電センサー 320 の配置を示している。図 7 c では、弓状の 2 つの圧電センサー 320 が電極 310 内に収納されている。圧電センサー 320 は、図 7 c 中の線 7 d-7 d に沿った断面図である図 7 d でさらによく分かるように、実質的に互いに直交させて取り付けることができる。図 7 e では、弓状の 3 つの圧電センサー 320 が電極 310 内に収納されている。圧電センサー 320 は、図 7 e の線 7 f-7 f に沿った断面図の図 7 f でさらによく分かるように、30～180 度 (例えば、60 度) だけ互いに対して放射状にずらして取り付けることができる。

20

【0060】

図 7 g では、弓状の圧電センサー 320 は (例えば、図 6 a～c に関して上述した実施形態と同様に) 電極 310 の後ろに取り付けられている。当然ながら、圧電センサー 320 は、図 7 g に示す単一の弓状のセンサーに限定されるわけではない。図 7 c および 7 e に示されているような他の実施形態も実施可能である。

【0061】

図 7 a～7 f に示す構成 (圧電センサー 320 が電極 310 内に収納されている) は、比較的小さいサイズのものを製造することが可能であり、それゆえに例えば、いわゆるブラシ電極での使用に特に適しているという点が注目される。しかし、これらの実施形態は、任意の特定のサイズにも用途にも限定されない。本明細書の教示をよく理解すれば当業者にとって容易に明らかであるように、図 7 a～g に示す実施形態に関して、圧電センサー 320 の他の形状および配置も企図されるという点も注目される。

30

【0062】

図 8 a～h は、少なくとも 1 つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態を示す断面図、および電極の応力に対する圧電センサーの例示的の反応を示す対応断面図である。図 8 a～h に示す実施形態では、400 番台の参照番号は、図 2 および 2 a を参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

40

【0063】

図 8 a～f では、圧電センサー 420 は、電極 410 と圧電センサー 420 との間に配置された変換要素 450 を介して電極 410 と作動連結している。任意選択的に、圧電センサー 420 は、図 8 a～d および 8 g～h に示すように (ただし、図 8 e～f には示されていない) 電極 410 と変換要素 450 との間に絶縁材 452 を用いるなどして、電極 410 から電気的および熱的に分離することができる。

【0064】

同様に任意選択的に、変換要素 450 の反対側 (または「後ろ」) に、圧電センサー 420 に隣接させて裏当て要素 (backing element) 451 を設けることもできる。裏当て要素 451 は圧電センサー 420 を機械的に支持し、(圧電センサー 42

50

0の動作を制限することなく)変換要素450に押し付けるように圧電センサー420を保持する。さらに、裏当て要素451は、圧電センサー420に対して応力および反応の調節(機械的な低域フィルタリングなど)を行う。

【0065】

変換要素450は、例えば、ステンレス鋼などの任意の好適な弾性材料で作製されたものでよい。また変換要素450は任意の好適な形状であってもよい。図8a~bでは、変換要素450はほぼ球形の形状のものとして示されている。図8c~dでは、変換要素450はほぼ正方形の形状のものとして示されている。他の形状、例えば、楕円形、長方形、三角形なども企図される。

【0066】

支持要素451も任意の好適な弾性材料(例えば、変換要素450の作製に用いられるのと同じステンレス鋼)で作製されたものであってよい。弾性材料であると、要素450および451は、正面から電極410に加えられることがある圧力を、圧電センサー420を損傷することなく吸収することができる。支持要素451も、任意の好適な形状、例えば、変換要素450に関して上に説明したようなものであってよい。

【0067】

変換要素450および支持要素451は、任意の特定の形状にも任意の特定の材料による作製にも限定されないという点が注目される。これらの要素450および451の作製に用いられる材料およびこれらの要素450および451の形状は、電極410の応力またはたわみに圧電センサー420が反応できるようにするためのさまざまな設計上の考慮事項(例えば、所望の感度、耐久性など)に基づいて選択できる。

【0068】

組織との接触に起因する電極410の応力は、変換要素450を介して圧電センサー420に伝えられる。この動作は、図8a~hにそれぞれ示されている中立状態400~403および対応するたわみ状態400'~403'を参照するとよりよく理解できるであろう。電極410が矢印440の方向に動く(および/または圧力/ひずみが矢印441の方向に電極410の正面から加えられると)、電極410の動きによって変換要素450が(非常にわずかではあるが)圧電センサー420の外側エッジに沿って動くことが分かる。変換要素450が動くにつれて、圧電センサー420の下側部分を圧縮し、その上側部分を引き伸ばす(「上側」および「下側」は図8a~hの状況に関係している)。当然ながら、圧縮および伸張は約1ミリメートル未満なので、実際には図8a~hの誇張図に示されているほど目立つものではない。

【0069】

図3cを参照して上にさらに詳述しているように、圧電要素420のこうした応力またはひずみはG33面で起こるという点が注目される。この場合にも、圧電センサー420は、使用者が、例えば電気モニター装置上の出力として見ることのできる電氣的(電圧または電荷)信号を発生することにより、電極410の動きまたはたわみ(例えば、矢印440および/または441で示される方向)に反応する。

【0070】

電気配線470は、伝導層460で圧電センサー420と接続されていてよい。電気配線471も、伝導層461で圧電センサー420と接続されているか、または(例えば、支持構造体の451(ここで支持構造体451は電気導体である)で示されているように)アースされていてもよい。この実施形態では、圧電センサー420が一体成形物として形成されている場合、1本の電線のみが圧電センサー420に接続されている(また1本の電線がアースされている)必要があるという点が注目される。電線は、圧電センサー420からデータ収集装置/処理装置/出力装置(図示せず)(例えば、心エコー図(ECG)装置など)へ電気信号を送るために、カテーテルシャフトを貫通していてよい。あるいはまた、例えば、カテーテル内に送信機を設け、データ収集装置/処理装置/出力装置に関連して受信機を設けることにより、無線接続を実現することができる。

【0071】

図9 a～fは、少なくとも1つの圧電センサー520を電極510と作動連結するさらに別の実施形態を示す側面図およびそれに対応する断面図である。電極510内の圧電センサーの配置がさらによく分かるように、断面図を示している。図9 a～fに示す実施形態では、500番台の参照番号は、図2および2 aを参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

【0072】

これらの実施形態のそれぞれにおいて、圧電センサー520は、電極510に接続されている支持構造体522（例えば、棒）上に設けられている。圧電センサー520は、柔軟材526（シリコンなど）中またはエアスペース中に設けてもよい。電極510が標的組織と接触すると、支持構造体が動き、その結果として圧電センサー520に応力またはひずみが生じる。そして次に圧電センサーが電氣的（電圧または電荷）信号を発生することにより電極510上の応力（例えば、矢印540および／または541で示される方向）に反応する。これらの電気信号は、例えば、電気モニター装置上の出力として使用者が見ることができる。

【0073】

図9 aでは、支持構造体上に圧電センサー520が設けられており、それは傘の棒と金属フレームと考えることができる。このことは線9 b－9 bに沿った断面図である図9 bでよりよく分かる。図9 cでは、圧電センサー520が支持構造体上に設けられているが、これはクロスバーまたはT形材によって棒部分に取り付けられた、らせんまたはリングと考えることができる。これは線9 d－9 dに沿った断面図である図9 dでよりよく分かる。図9 eでは、圧電センサー520が支持構造体上に設けられているが、これは図9 aの傘のフレームと図9 cのクロスバーまたはT形材の取り付けを組み合わせたものと考えることができる。このことは線9 f－9 fに沿った断面図である図9 fでも分かる。当然ながら、本明細書の教示をよく理解すれば当業者にとって容易に明らかであるように、圧電センサー520を支持するための他の形状および構成も企図される。

【0074】

図10 aは、少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態を示す断面図である。図10 aおよび図10 b～jに示す実施形態では、600番台の参照番号は、図2および2 aを参照しながら上述した類似要素を指し示すのに用いられているという点が注目される。そのため、幾つかの要素の記述は、以下の説明では繰り返されていないことがある。

【0075】

これらの実施形態のそれぞれにおいて、圧電センサー620は、電極610のほぼ球形または「ボール」形状の首部分624に接触している、半球形または「カップ」形状の支持構造体622上に設けられている。電極610が標的組織と接触すると、電極610の首部分624は隣接した「カップ」形状の支持構造体622を動かし、これによって圧電センサー620に応力またはひずみが生じる。圧電センサーは、電氣的（電圧または電荷）信号を発生することにより、電極610上のこうした応力に反応する。これらの電気信号は、例えば、電気モニター装置上の出力として使用者が見ることができる。

【0076】

首部分624は、図10 aに示されている球形または「ボール」の形状、楕円形、長方形、三角形、ひし形など（ただし、これらに限定されない）任意の好適な形状であってよいという点が注目される。同様に、「カップ」形状の支持構造体622も任意の好適な形状であってよく、必ずしも首部分624にぴったり合った（complement）ものにする必要はない。例えば、図10 aの「カップ」形状の支持構造体622は球形の首部分624にぴったり合ったものであるが、同じ「カップ」形状の支持構造体622を正方形の首部分624と共に使用することもできる（その結果、首部分がカムとして動作し、支持構造体622とかみ合う）。

【0077】

図10bは、図10aの線10b-10Jに沿った圧電センサー620の断面図であるが、分かりやすくするために首部分624なしで「カップ」形状の支持構造体622のみを示している。図10bでは、外側のリングはカテーテル614であり、リング690は図10aにもある裏当て材または支持材であり、中央の円は圧電センサー620を表す。

【0078】

任意選択的に、圧電センサー620をセグメント化することもできる。圧電センサー620をセグメント化すると、軸方向および角度方向（angular）（または放射状）の応力の両方を操作時に検出できる。図10c~jは、図10aに示す圧電センサー620の別の実施形態を示す断面図であり、ここでは圧電センサー620がセグメント化されている。ここでも分かりやすくするために、図10c~jでは、首部分624なしで「カ

10

【0079】

図10c~jでは、外側のリングはカテーテル614であり、リング690は図10aにもある裏当て材または支持材であり、中央の円は圧電センサー620を表す。圧電センサー620のセグメント化は、図10c~jでは参照番号692で指し示されている。同様のセグメント化は、図8a~hに示すセンサーの実施形態にも適用できる。したがって、図8a~bのセグメント化462は、例である図10b~jに示すような構成などの構成を有していてもよい。さらに、図10dおよび10gでは、圧電センサー620に形成される穴695を洗浄電極（irrigated electrode）用として設けて

20

【0080】

本発明の幾つかの実施形態をある程度詳細に上に説明してきたが、当業者なら本発明の趣旨または範囲を逸脱することなく、開示されている実施形態に多数の変更を加えることができるであろう。言及されている事柄は、読者が本発明を理解するのを助けるため識別の目的で示しているだけであって、本発明の位置、向き、または用途に関して限定するものではない。さらに、示されている実施形態のさまざまな組合せも、特に記載されていない場合であっても企図される。添付の特許請求の範囲に記載された本発明の趣旨を逸脱することなく、開示されている実施形態のさまざまな態様を組み合わせることなど（それらに限定されない）、詳細および構造の変更を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0081】

【図1a-b】電極と動く標的組織との間の例示的接触を示す。

【図2】圧電センサーを有する例示的電極の斜視図である。

【図2a】図2に示されている電極に圧電センサーを取り付けるための例示的 support 構造体の斜視図である。

【図3a】電極と一緒に用いるのに実装できる例示的圧電センサーの断面図である。

【図3b-c】さまざまな応力に反応するであろうときの圧電センサーを誇張した形で示してある。

【図4】圧電センサーによって発生する電気信号に相当する波形を示しているオシロスコープの例示的出力を示す。

40

【図5a-e】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結する別の実施形態を示す斜視図である。

【図6a-c】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態を示す断面図である。

【図7a-g】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態を示す斜視図およびそれに対応する断面図である。

【図8a-h】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態を示す断面図、および電極の応力に対する圧電センサーの例示的応答を示す対応断面図である。

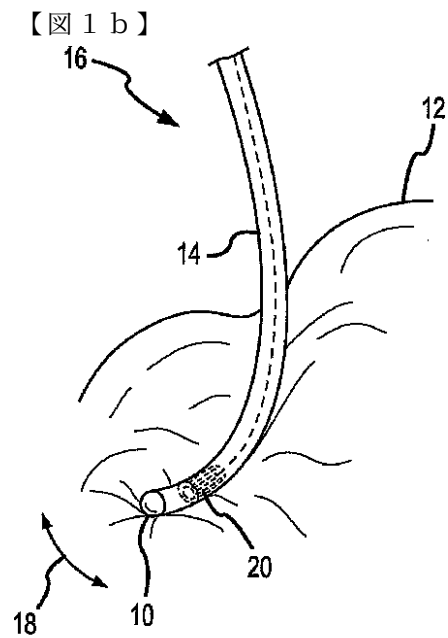
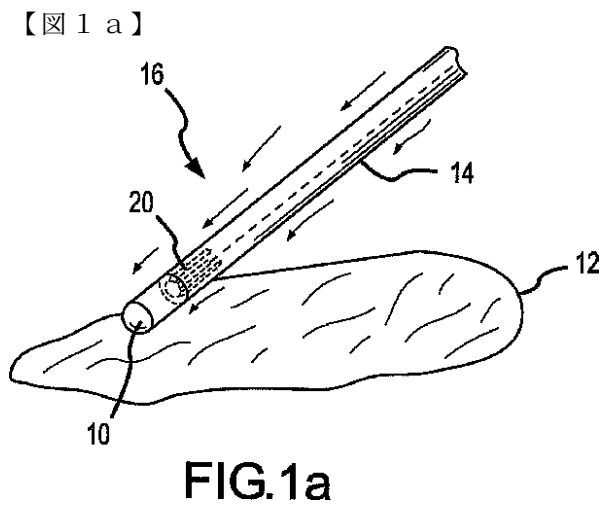
【図9a-f】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するさらに別の実施形態

50

を示す側面図およびそれに対応する断面図である。

【図10a】少なくとも1つの圧電センサーを電極と作動連結するにさらに別の実施形態を示す断面図である。

【図10b-j】図10aに示す圧電センサーの別の実施形態を示す断面図である。



【図 2】

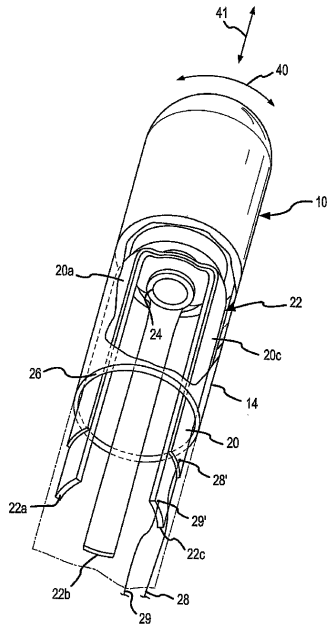


FIG.2

【図 2 a】

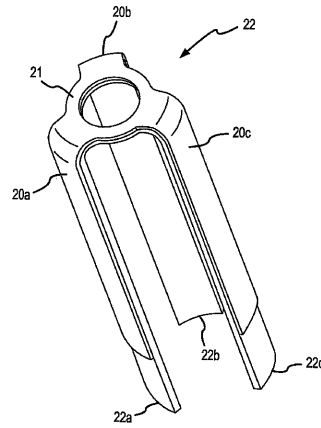


FIG.2a

【図 3 a】

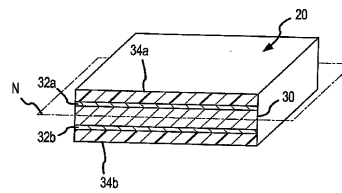


FIG.3a

【図 3 b】

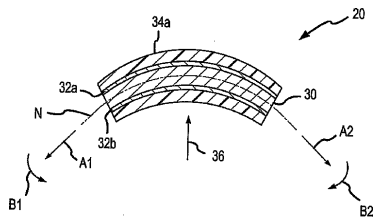


FIG.3b

【図 3 c】

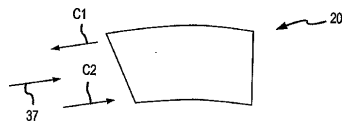


FIG.3c

【図 4】

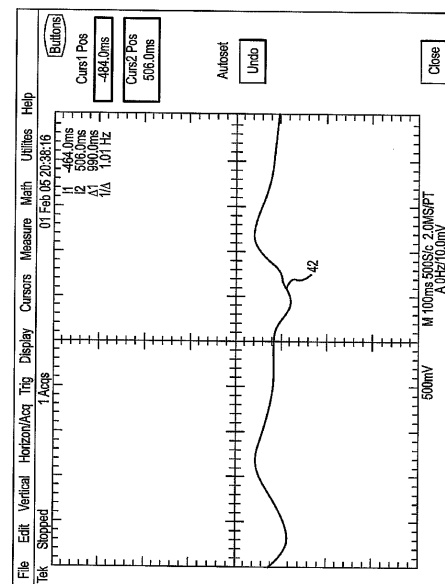


FIG.4

【図 5 a】

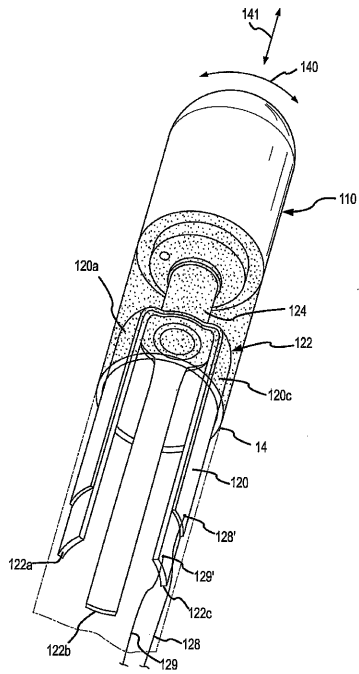


FIG.5a

【図 5 b】

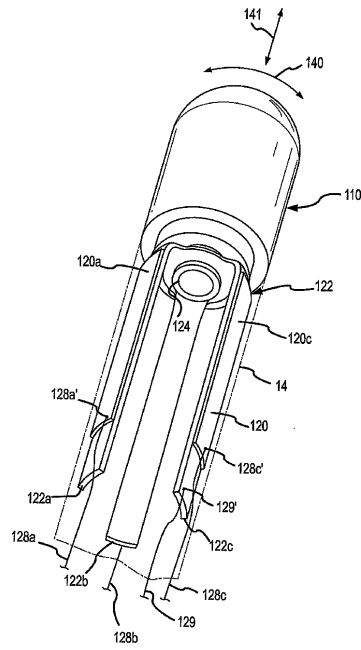


FIG.5b

【図 5 c】

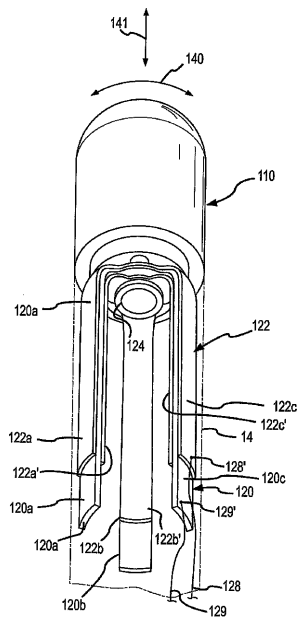


FIG.5c

【図 5 d】

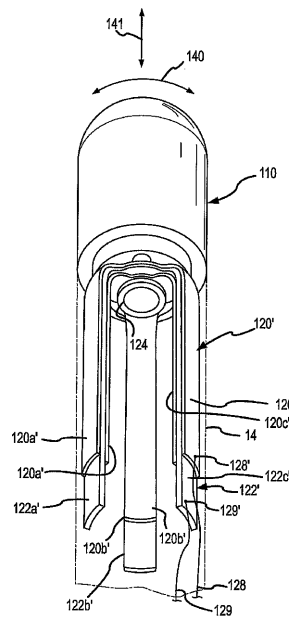


FIG.5d

【図 5 e】

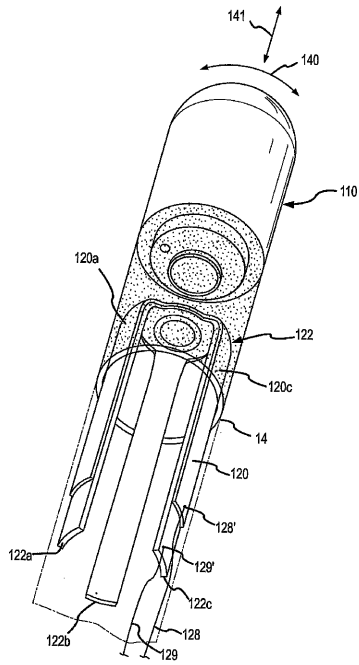


FIG.5e

【図 6 a】

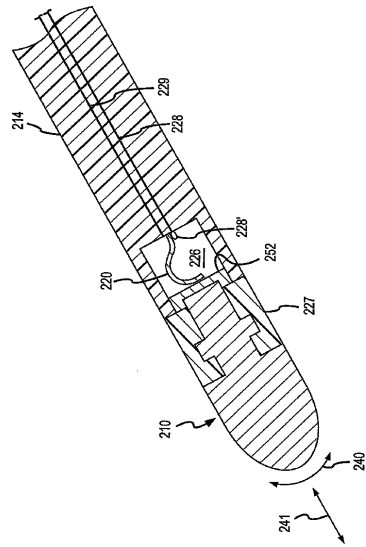


FIG.6a

【図 6 b】

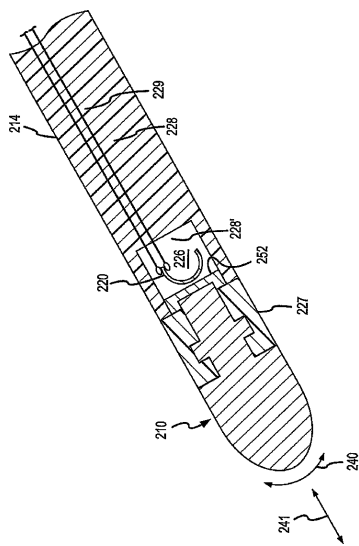


FIG.6b

【図 6 c】

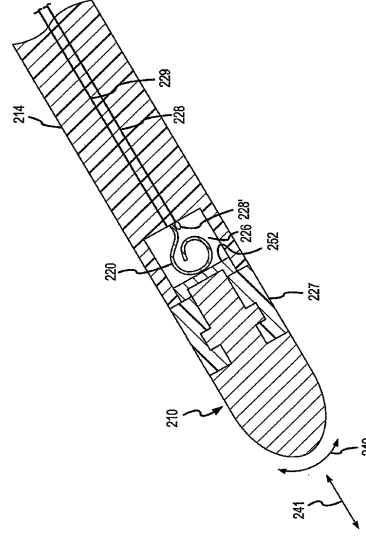


FIG.6c

【図 7 a】

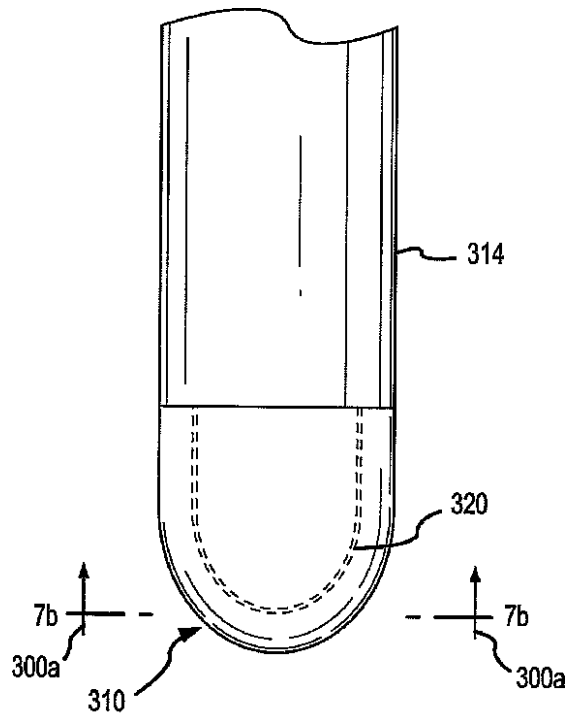


FIG. 7a

【図 7 b】

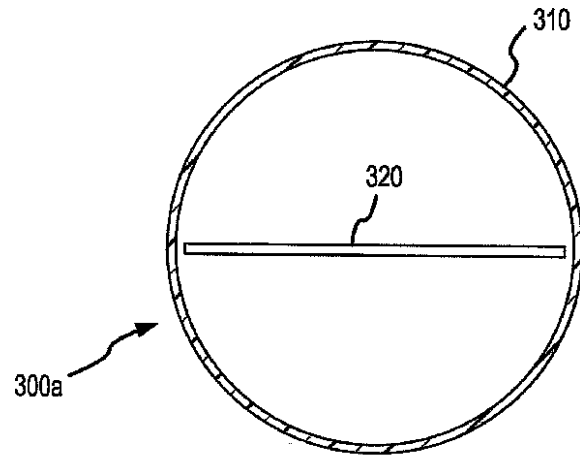


FIG. 7b

【図 7 c】

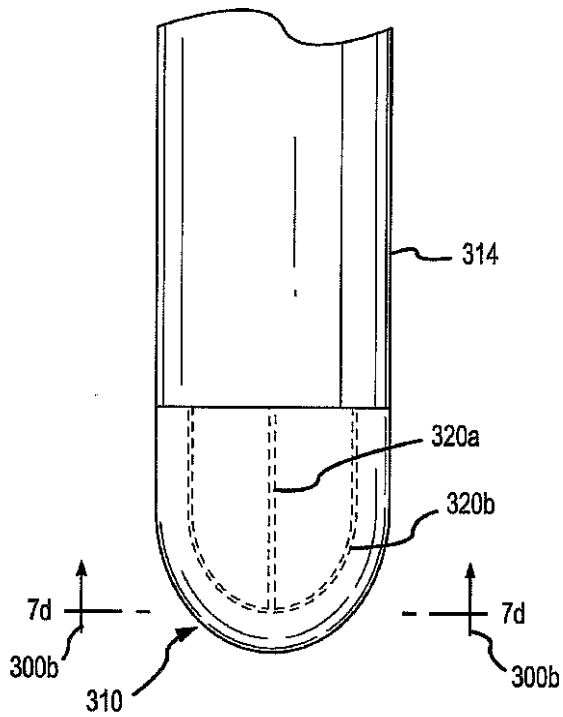


FIG. 7c

【図 7 d】

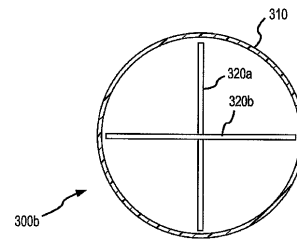


FIG. 7d

【図 7 e】

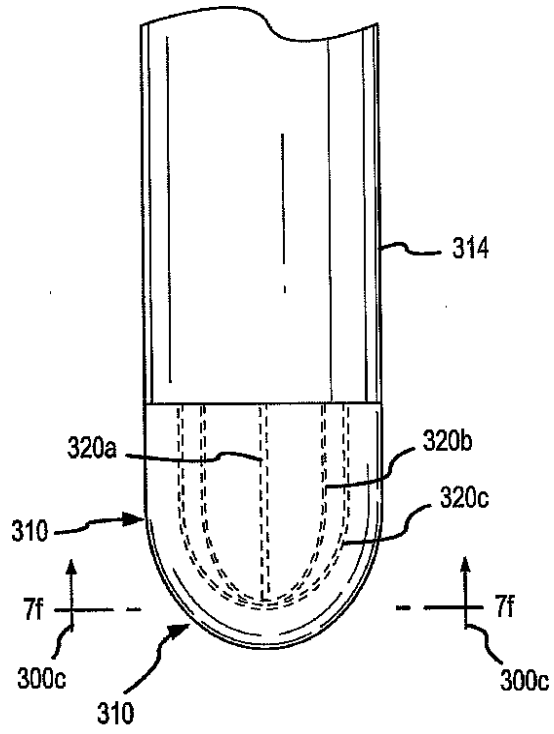


FIG. 7e

【図 7 f】

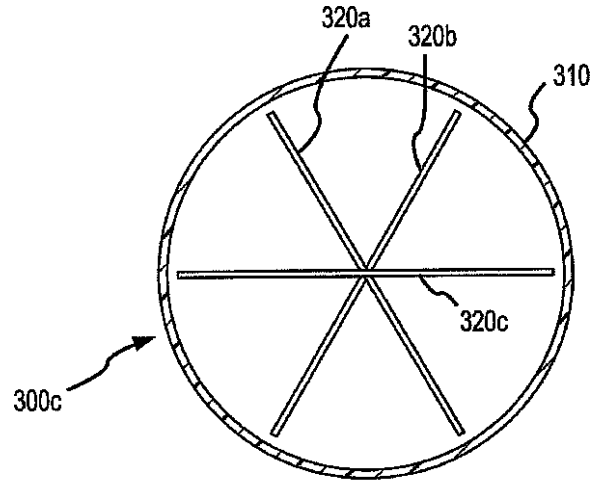


FIG. 7f

【図 7 g】

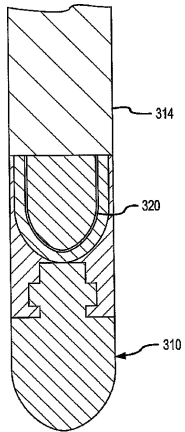


FIG. 7g

【図 8 a】

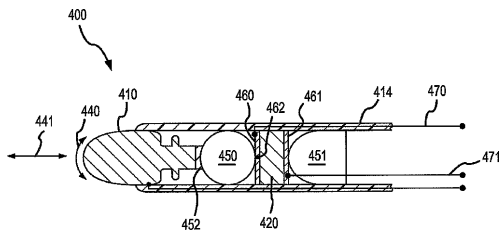


FIG. 8a

【図 8 b】

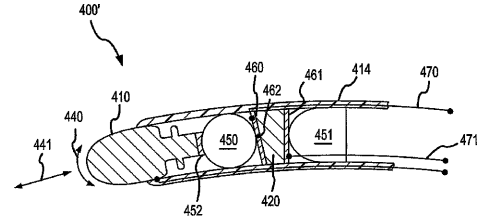


FIG. 8b

【図 8 c】

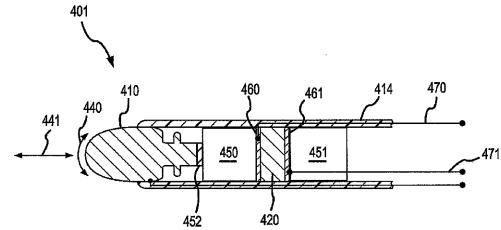


FIG. 8c

【図 8 d】

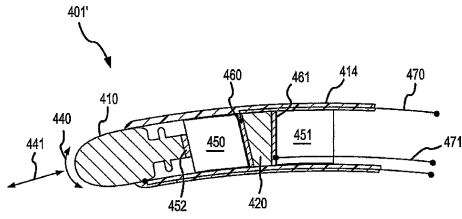


FIG.8d

【図 8 e】

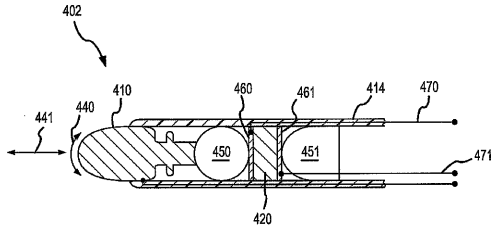


FIG.8e

【図 8 f】

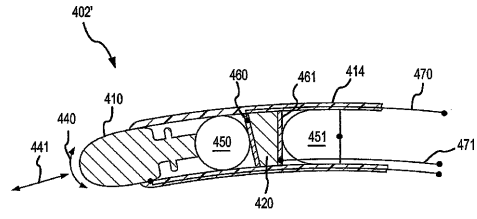


FIG.8f

【図 8 g】

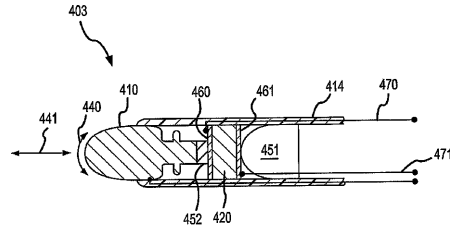


FIG.8g

【図 8 h】

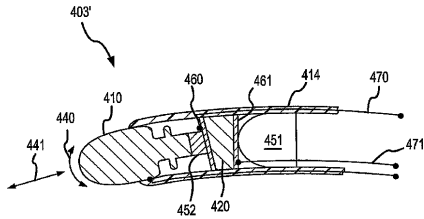


FIG.8h

【図 9 a】

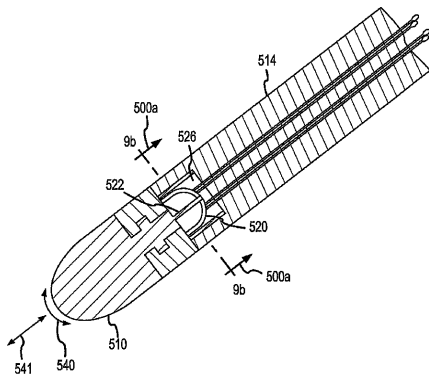
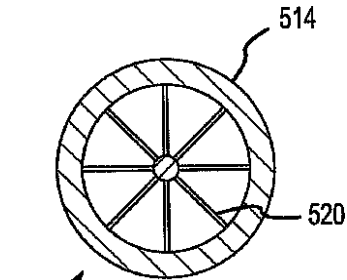


FIG.9a

【図 9 b】



500a FIG.9b

【図 9 c】

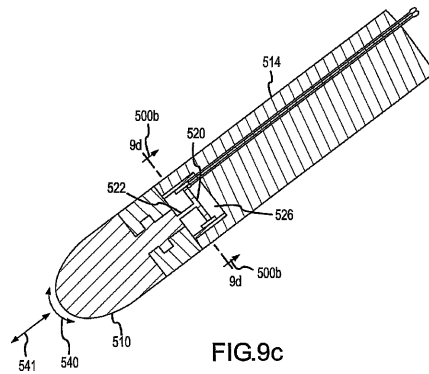


FIG.9c

【図 9 d】

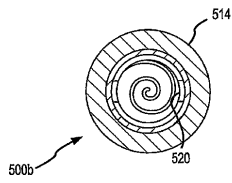


FIG.9d

【図 9 e】

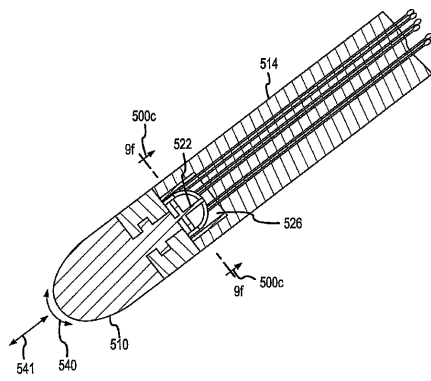


FIG.9e

【図 9 f】

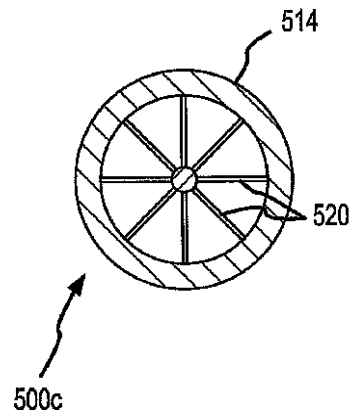


FIG.9f

【図 10 a】

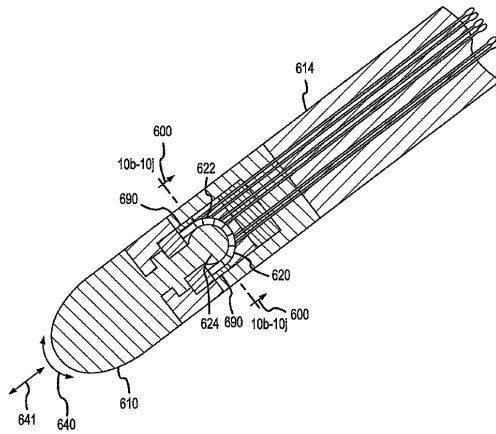


FIG.10a

【図 10 b】

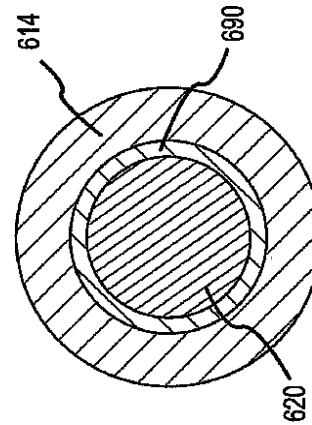


FIG.10b

【図 10 c】

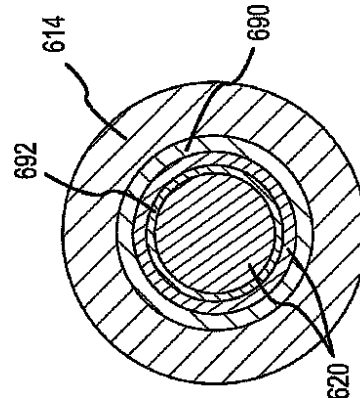


FIG.10c

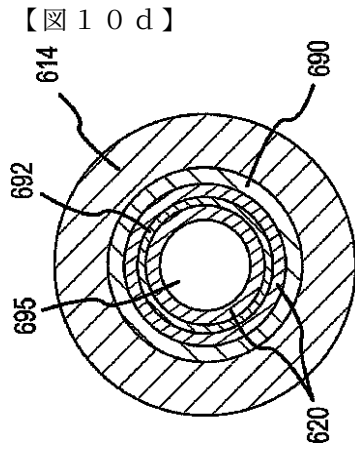


FIG.10d

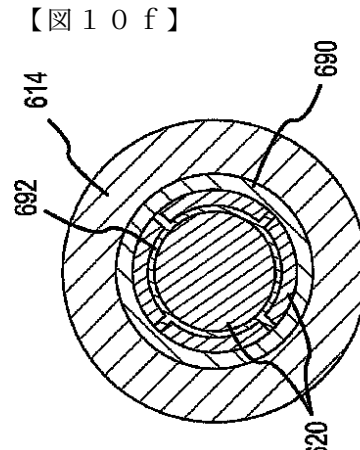


FIG.10f

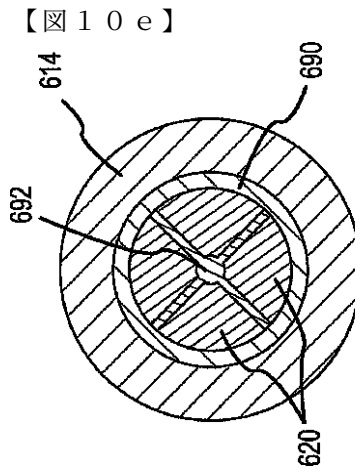


FIG.10e

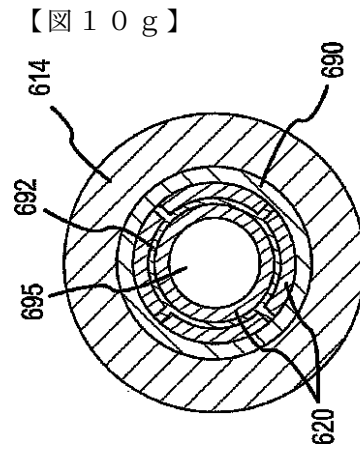


FIG.10g

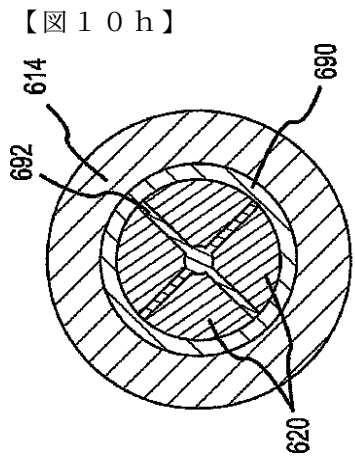


FIG.10h

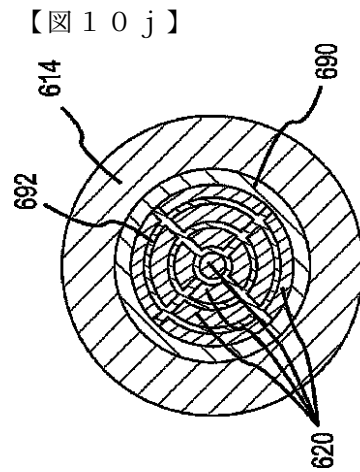


FIG.10j

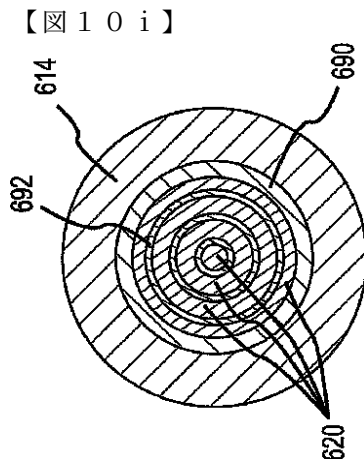


FIG.10i

フロントページの続き

- (72)発明者 テッグ トロイ
アメリカ合衆国、55330、ミネソタ州、エルク リバー、 ボールドウィン ストリート 1
9307
- (72)発明者 タオ チョウ
アメリカ合衆国、55443、ミネソタ州、ブルックリン パーク、メジャー ドライブ 103
33
- (72)発明者 カオ ホン
アメリカ合衆国、55378、ミネソタ州、サベージ、ヒルズバロ アベニュー 13511
- (72)発明者 パーヤー ハリー
アメリカ合衆国、55126、ミネソタ州、ショアビュー、サンセット コート 648
- (72)発明者 キューン フォス
アメリカ合衆国、55423、ミネソタ州、リッチフィールド、17番 アベニュー サウス 7
214
- (72)発明者 ハイムビーチャー リード アール.
アメリカ合衆国、55340-0033、ミネソタ州、ハーメル、私書箱 33

審査官 二階堂 恭弘

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0123749 (US, A1)
米国特許第6113593 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 18/12