

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

弾性変形可能な湾曲した複数の針を有するステープルで二本の中空組織を接合する中空組織接合装置であり、

ステープルを保持するステープルホルダーと、

前記ステープルホルダーに保持された前記ステープルの前記針の湾曲を制御する湾曲制御機構であり、前記針を実質的に真っすぐに延ばす湾曲制御機構と、

前記ステープルホルダーに対する前記中空組織の間隔を制御する間隔制御機構であり、前記間隔を減少させて実質的に真っすぐに延びた前記針を前記中空組織に貫通させる間隔制御機構とを有し、

前記湾曲制御機構と前記間隔制御機構とが互いに独立している、中空組織接合装置。

【請求項 2】

前記間隔制御機構は、二本の中空組織をそれぞれ支持する二つの中空組織支持機構と、前記二つの中空組織支持機構を互いに近づく方向および遠ざかる方向に移動させる機構とを有している、請求項 1 に記載の中空組織接合装置。

【請求項 3】

前記中空組織支持機構は、針の復元を抑制する抑制部材を有している、請求項 2 に記載の中空組織接合装置。

【請求項 4】

前記中空組織を切開する切開機構をさらに有している、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかひとつに記載の中空組織接合装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、二本の中空組織を接合する中空組織接合装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

中空組織接合装置としては、冠動脈バイパス手術などにおいて中空組織である血管を吻合する吻合装置がある。例えば、米国特許出願公開第 2006/0069401 号明細書は、このような装置の一例を開示している。この装置で使用するステープルは、形状記憶特性を有する弾力ばね材料で構成されており、ステープルの針をほぼ真っすぐに延ばす保持力が除去されたとき、自動的にほぼ弓形またはフック形の形態に戻るように形成されている。一方、ステープルの針をほぼ真っすぐに延ばす部材は血管同士の間隔を制御する機能を兼ねていて、血管同士の間隔が狭まるにつれてステープルの針が弓形またはフック形に戻っていく。これにより無縫合接続を実現するものである。

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2006/0069401 号明細書**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

前述の装置で吻合した血管は、その外膜同士が隣接し、開切した血管中膜が血流にさらされる形態になる。このため、自己修復機能が働いて中膜に細胞増殖が起こる。冠動脈のように内径 1 ~ 2 mm の細い血管では、細胞増殖によって血流が妨げられる危険性がある。

【0004】

本発明は、この様な実状を考慮して成されたものであり、その目的は、二本の中空組織をそれらの切開面同士を合わせて接合する中空組織接合装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明は、弾性変形可能な湾曲した複数の針を有するステープルで二本の中空組織を接合する中空組織接合装置である。本発明による中空組織接合装置は、ステープルを保持す

10

20

30

40

50

るステープルホルダーと、ステープルホルダーに保持されたステープルの針の湾曲を制御する湾曲制御機構と、ステープルホルダーに対する中空組織の間隔を制御する間隔制御機構とを有している。湾曲制御機構は、ステープルの針を実質的に真っすぐに延ばす。間隔制御機構は、ステープルホルダーに対する中空組織の間隔を減少させ、真っすぐに延びた針を中空組織に貫通させる。これら湾曲制御機構と間隔制御機構とは互いに独立している。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、二本の中空組織をそれらの切開面同士を合わせて接合する中空組織接合装置が提供される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

【0008】

本実施形態は、二本の中空組織を接合するためのステープルおよび中空組織接合装置に関する。中空組織は具体的には血管である。

【0009】

まず図1と図2を参照しながら、二本の中空組織を接合する接合具であるステープルについて説明する。図1と図2は、本実施形態によるステープルの斜視図である。図1は、自然状態のステープルを示し、図2は、中空組織接合装置に装着された状態を示している。

20

【0010】

図1と図2に示すように、ステープル10は、弾性変形可能なほぼリング状のリング部材12と、弾性変形可能な湾曲した複数の針14とを有している。各針14は、リング部材12の内側に固定されている。リング部材12の軸は平面上に位置し、各針14の軸は別の平面上に位置し、それらの平面は互いにほぼ直交している。ここで、部材の軸とは、その部材に沿って延びている線を言う。一例では、部材の軸は、その部材の各部をその曲率中心を通る平面で破断した断面の中心を通る線である。

【0011】

リング部材12は、自然状態において、外側に凸に拡張した形状をしている。リング部材12は、閉じたリングの形状を有している。

30

【0012】

各針14は、リング部材12に固定された個所に近い部分がリング部材12の外側に湾曲しており、それよりも先の部分がほぼC形状にリング部材12の内側に向かって湾曲している。各針14は自然状態において両先端が向き合っている。これらの針14は互いに接触することのないように配置されている。例えば、二つの側に針14が同数配置されており、両側の針はいずれも同じ一定のピッチで配置され、一方の側の針14は他方の側の針14に対して半ピッチずれている。

【0013】

リング部材12は、ここでは線材で構成されているが、これに限らず、板材や成型材などで構成されてもよい。各針14もまた、ここでは線材で構成されているが、これに限らず、板材や成型材などで構成されてもよい。リング部材12と針14は、例えば別体の部材を接合して形成されるが、これに限らず、一体で形成されてもよい。ステープル10は、ここでは八本の針14を有しているが、針14の本数はこれに限らず、自由に変更されてもよい。また針14の間隔や相対位置や相対方向も自由に変更されてもよい。

40

【0014】

例えば、リング部材12は超弾性材で構成されており、針14もまた超弾性材で構成されている。ここで、「超弾性材」とは、超弾性効果を示す材料を言う。

【0015】

「超弾性効果」とは、フックの法則を越える大きな変形ひずみ(約8%)を与えて、

50

応力を除くと直ちにひずみが消えて元の形状に戻ることを言う。通常の金属材料では、弾性領域を越える大きな変形ひずみ(約0.5%以上)を与えると、応力を除いても弾性変形分しかひずみは戻らず永久ひずみが残る。

【0016】

超弾性の生じるメカニズムは、母相の状態で力を加えた場合に、母相からマルテンサイトが生成し、結晶がその向きを順々に変えて巨視的な外形の変形が生じる。力を除くと結晶間のつながりを保ったまま母相に戻るので、巨視的な形状も元に戻る。

【0017】

超弾性効果を有する合金としては、チタン-ニッケル(Ti-Ni)合金を始めとして、銅-アルミニウム-ニッケル合金、銅-亜鉛-アルミニウム合金、ニッケル-アルミニウム合金、そして近年ではマルテンサイト変態を生じずに巨大な超弾性が発現するFe-A1系合金がある。

10

【0018】

リング部材12と針14は、超弾性材に限らず、プラスチックやセラミックを含む、広い弾性範囲を有し、生体適合性のある任意の材料で構成されてもよい。

【0019】

次に図3～図8を参照しながら、図1と図2に示したステープルを使用して二本の中空組織を接合する中空組織接合装置について説明する。図3は、本実施形態による中空組織接合装置の外観を示している。図4～図6は、図3に示した処置部の内部機構を示している。図7と図8は、図3に示した処置部に内蔵された切開機構を示している。

20

【0020】

以下の記述では、中空組織接合装置は、狭くなったり閉塞したりしている冠動脈に別の血管(グラフト)を接合する冠動脈バイパス手術に使用されるいわゆる吻合装置である。つまり、二本の中空組織の一方は冠動脈であり、もう一方はグラフトである。各部材の名称はこれを反映したものとなっている。

【0021】

図3に示すように、中空組織接合装置100は、冠動脈とグラフトを接合するための処置部102と、処置部102を操作するための操作部106と、処置部102と操作部106を連結している連結部104とを有している。操作部106には、処置部102の各部を操作するための操作ノブが設けられている。

30

【0022】

図3に示すように、処置部102は、ステープル10を保持するステープルホルダー200と、冠動脈を保持する冠動脈支持機構300と、グラフトを保持するグラフト支持機構400とを有している。

【0023】

ステープルホルダー200は、図4～図6に示すように、ステープルを保持するための二本の角柱状のステープル保持部材210を有している。ステープル保持部材210は、自然状態のステープル10のリング部材12の幅よりも狭い一定の間隔を置いて配置されており、ベース部材220から前方に互いに平行に延出している。ステープル保持部材210は、それぞれ、互いに対向する面に、ステープル10のリング部材12を受ける溝212を有している。ステープル保持部材210とベース部材220は例えば一体に形成されている。

40

【0024】

以下では、説明の便宜上、二本のステープル保持部材210の中心軸を含む平面に垂直な方向を上下方向と呼び、二本のステープル保持部材210が延出している方向を前後方向、上下方向と前後方向に垂直な方向を横方向と呼ぶ。さらに、上下方向に関して、ステープルホルダー200に対してグラフト支持機構400が位置する方向を上方とし、冠動脈支持機構300が位置する方向を下方とする。また、前後方向に関して、ステープル保持部材210の固定端から自由端に向かう方向を前方とし、その逆を後方とする。

【0025】

50

冠動脈支持機構 300 は、図 4 ~ 図 6 に示すように、互いに平行に延出している一対の冠動脈サポート 312 と、冠動脈サポート 312 が固定されている固定部 314 と、固定部 314 が取り付けられたベース部 316 とを有している。固定部 314 は、軸 318 を介してベース部 316 に連結されており、軸 318 の中心にベース部 316 に対して旋回可能である。ベース部 316 はフレーム 110 に固定されている。

【0026】

グラフト支持機構 400 は、図 4 ~ 図 6 に示すように、互いに平行に延出している一対のグラフトサポート 412 と、グラフトサポート 412 が固定されている固定部 414 と、固定部 414 が取り付けられたベース部 416 とを有している。固定部 414 は、軸 418 を介してベース部 416 に連結されており、軸 418 の中心にベース部 416 に対して旋回可能である。

10

【0027】

処置部 102 はまた、図 4 ~ 図 6 に示すように、ステープル 10 の下側すなわち冠動脈側の針 14 の湾曲を制御するため、互いに平行に延出している一対の外側ピラー 512 と、互いに平行に延出している一対の内側ピラー 532 とを有している。外側ピラー 512 は互いに連結されており、両者の相対位置関係は一定に維持されている。内側ピラー 532 は互いに連結されており、両者の相対位置関係は一定に維持されている。外側ピラー 512 は、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 の外側と接触し、内側ピラー 532 は、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 の内側と接触する。

20

【0028】

同様に、処置部 102 は、図 4 ~ 図 6 に示すように、ステープル 10 の上側すなわちグラフト側の針 14 の湾曲を制御するため、互いに平行に延出している一対の外側ピラー 612 と、互いに平行に延出している一対の内側ピラー 632 とを有している。外側ピラー 612 は互いに連結されており、両者の相対位置関係は一定に維持されている。内側ピラー 632 は互いに連結されており、両者の相対位置関係は一定に維持されている。外側ピラー 612 は、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 の外側と接触し、内側ピラー 632 は、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 の内側と接触する。

30

【0029】

ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と外側ピラー 512 と内側ピラー 532 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 は、後述する溝カム機構によって、上下方向に移動可能である。この溝カム機構は、図 3 に示すように、カバー 190 に覆われている。

【0030】

処置部 102 はさらに、冠動脈とグラフトを切開する切開機構 700 とを有している。

【0031】

切開機構 700 は、図 7 と図 8 に示すように、冠動脈を切開するためのカッター 710 と、グラフトを切開するためのカッター 720 とを有している。カッター 710 は、長溝 718 を有する支持部 716 と、支持部 716 から延出しているアーム 714 と、アーム 714 の先端部に設けられた刃 712 とを有している。カッター 720 は、カッター 710 と実質的に同じ構造をしており、カッター 710 と同様に、長溝 728 を有する支持部 726 と、支持部 726 から延出しているアーム 724 と、アーム 724 の先端部に設けられた刃 722 とを有している。

40

【0032】

切開機構 700 はまた、カッター 710, 720 を支持する支持部材 730 と、支持部材 730 を支持する支持部材 750 と、支持部材 750 を支持するガイド 770 とを有している。

【0033】

支持部材 730 は、逆 U 字状に折り曲げられた板状部材 732 と、板状部材 732 に固

50

定された円柱形状のピン734とを有している。板状部材732は、中央部に位置する溝736と、溝736の下側に位置する溝742, 744と、溝736の上側に位置する溝746, 748とを有している。溝736は前後方向に直線的に延びている。溝742, 744は前後方向に対し斜めに直線的に延び、前方端部が後方端部に対して下方に位置している。溝746, 748は前後方向に対し斜めに直線的に延び、前方端部が後方端部に対して上方に位置している。ピン734は上下方向に延びている。

【0034】

支持部材750は、折り曲げられた板状部材からなり、互いに平行な二つの板状部752と、二つの板状部752の間にC形状に湾曲して延びている湾曲部754とを有している。板状部752は、前方に位置する溝762と、後方に位置する溝764と、溝762の後方に位置する穴766と、溝764の前方に位置する穴768とを有している。溝762, 764は互いに平行に上下方向に延びている。穴766, 768は上下方向に関して中央近くに位置している。湾曲部754は、支持部材730のピン734が通る溝756を上部に有している。溝756は前後方向に延びている。

10

【0035】

ガイド770は、支持部材750の湾曲部754の内側を通る二本のレール776と、レール776の前方端部が固定された前方固定部772と、レール776の後方端部が固定された後方固定部774とを有している。レール776は、支持部材750を前後方向に移動可能に支持している。前方固定部772は、横方向に突出した一対のピン782を有している。後方固定部774は、横方向に突出した一対のピン784を有している。

20

【0036】

支持部材730は、ピン734が支持部材750の溝756を通り、板状部材732が支持部材750の板状部752の間に位置し、溝736が支持部材750の穴766, 768と整列するように配置されており、支持部材750の穴766と支持部材730の溝736とにピン802が通されている。さらに、支持部材750の穴768と支持部材730の溝736とにピン804が通されている。このような溝カム機構により、支持部材730は、支持部材750に対して前後方向に移動可能に支持されている。

【0037】

カッター720は、支持部726が支持部材730の板状部材732の間に位置し、長溝728が、支持部材730の溝746と支持部材750の溝762との重なり部分と整列するとともに、支持部材730の溝748と支持部材750の溝764との重なり部分と整列するように配置されている。さらに、支持部材750の溝762と支持部材730の溝746とカッター720の長溝728にピン796が通され、支持部材750の溝764と支持部材730の溝748とカッター720の長溝728にピン798が通されている。このような溝カム機構により、カッター720は、支持部材750に対して上下方向に移動可能に、また支持部材730に対して前後方向に移動可能に支持されている。

30

【0038】

カッター710は、支持部716が支持部材730の板状部材732の間に位置し、長溝718が、支持部材730の溝742と支持部材750の溝762との重なり部分と整列するとともに、支持部材730の溝744と支持部材750の溝764との重なり部分と整列するように配置されている。さらに、支持部材750の溝762と支持部材730の溝742とカッター710の長溝718にピン792が通され、支持部材750の溝764と支持部材730の溝744とカッター710の長溝718にピン794が通されている。このような溝カム機構により、カッター710は、支持部材750に対して上下方向に移動可能に、また支持部材730に対して前後方向に移動可能に支持されている。

40

【0039】

このように構成された切開機構700では、ガイド770に対する支持部材750の前後方向の移動に対して、カッター710とカッター720が前後方向に移動する。また、支持部材750に対する支持部材730の後方への移動に対しては、カッター710が下方に移動するとともにカッター720が上方に移動する。これとは逆に、支持部材750

50

に対する支持部材 730 の前方への移動に対しては、カッター 710 が上方に移動するとともにカッター 720 が下方に移動する。

【0040】

図8に示すように、切開機構 700 には、切開機構 700 を操作するためのワイヤーアッセンブリー 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880 が取り付けられている。

【0041】

ワイヤーアッセンブリー 810, 820 は、ガイド 770 に対して支持部材 750 を前後方向に移動させるためのものである。ワイヤーアッセンブリー 810 はワイヤー 812 が支持部材 750 に固定されており、ワイヤー外管 814 がガイド 770 の後方固定部 774 に固定されている。またワイヤーアッセンブリー 820 はワイヤー 822 が支持部材 750 に固定されており、ワイヤー外管 824 がガイド 770 の前方固定部 772 に固定されている。ワイヤーアッセンブリー 810, 820 は連結部 104 を通って操作部 106 にまで延びてあり、ワイヤー 812, 822 が操作ノブに連結されている。

10

【0042】

操作部 106 を操作してワイヤー 822 を引っ張ることによりガイド 770 に対して支持部材 750 が前方に移動される。その結果、支持部材 730 とカッター 710, 720 が一体となって前方に移動される。また、操作部 106 を操作してワイヤー 812 を引っ張ることによりガイド 770 に対して支持部材 750 が後方に移動される。その結果、支持部材 730 とカッター 710, 720 が一体となって後方に移動される。

20

【0043】

ワイヤーアッセンブリー 830, 840 は、支持部材 750 に対して支持部材 730 を前後方向に移動させるためのものである。ワイヤーアッセンブリー 830 はワイヤー 832 が支持部材 730 のピン 734 に固定されており、ワイヤー外管 834 が支持部材 750 の後部に固定されている。またワイヤーアッセンブリー 840 はワイヤー 842 が支持部材 730 のピン 734 に固定されており、ワイヤー外管 844 が支持部材 750 の前部に固定されている。ワイヤーアッセンブリー 830, 840 は連結部 104 を通って操作部 106 にまで延びてあり、ワイヤー 832, 842 が操作ノブに連結されている。

【0044】

操作部 106 を操作してワイヤー 842 を引っ張ることにより支持部材 750 に対して支持部材 730 が前方に移動される。その結果、ピン 792, 794 が上方に移動されてカッター 710 が上方に移動されるとともに、ピン 796, 798 が下方に移動されてカッター 720 が下方に移動される。また、操作部 106 を操作してワイヤー 832 を引っ張ることにより支持部材 750 に対して支持部材 730 が後方に移動される。その結果、ピン 792, 794 が下方に移動されてカッター 710 が下方に移動されるとともに、ピン 796, 798 が上方に移動されてカッター 720 が上方に移動される。

30

【0045】

ワイヤーアッセンブリー 850, 860 は、支持部材 730 に対してカッター 710 を前後方向に移動させるためのものである。ワイヤーアッセンブリー 850 はワイヤー 852 がカッター 710 の支持部 716 の後部に固定されており、ワイヤー外管 854 がピン 794 に固定されている。またワイヤーアッセンブリー 860 はワイヤー 862 がカッター 710 のアーム 714 に固定されており、ワイヤー外管 864 がピン 792 に固定されている。ワイヤーアッセンブリー 850, 860 は連結部 104 を通って操作部 106 にまで延びてあり、ワイヤー 852, 862 が操作ノブに連結されている。

40

【0046】

操作部 106 を操作してワイヤー 852 を引っ張ることにより支持部材 730 に対してカッター 710 が前方に移動される。また操作部 106 を操作してワイヤー 862 を引っ張ることによりカッター 710 に対して支持部材 750 が後方に移動される。

【0047】

同様に、ワイヤーアッセンブリー 870, 880 は、支持部材 730 に対してカッター

50

720を前後方向に移動させるためのものである。ワイヤーアッセンブリー870はワイヤー872がカッター720の支持部726の後部に固定されており、ワイヤー外管874がピン798に固定されている。またワイヤーアッセンブリー880はワイヤー882がカッター720のアーム724に固定されており、ワイヤー外管884がピン796に固定されている。ワイヤーアッセンブリー870, 880は連結部104を通じて操作部106にまで延びてあり、ワイヤー872, 882が操作ノブに連結されている。

【0048】

操作部106を操作してワイヤー872を引っ張ることにより支持部材730に対してカッター720が前方に移動される。また操作部106を操作してワイヤー882を引っ張ることによりカッター720に対して支持部材750が後方に移動される。

10

【0049】

このように切開機構700は、カッター710とカッター720とが上下方向および前後方向に互いに独立に操作可能である。

【0050】

前述したステープルホルダー200と冠動脈支持機構300とグラフト支持機構400と内側ピラー532と外側ピラー612と内側ピラー632と切開機構700はいずれも、図4～図6に示すように、フレーム110に搭載されている。

【0051】

フレーム110は、図6に示すように、横方向の両側に、互いに平行に上方に延出している四対の側壁部112, 114, 116, 118を有し、また、後方の端部に、上方に延出している一つの後端壁部120を有している。側壁部112, 118は互いに同じ高さを有している。側壁部114, 116は互いに同じ高さを有している。側壁部114, 116の高さは側壁部112, 118の高さよりも高い。側壁部112, 118は、それぞれ、上下方向に延びている溝122, 128を有している。溝122, 128は互いに同じ長さを有している。側壁部114, 116は、それぞれ、上下方向に延びている溝124, 126を有している。溝124, 126は互いに同じ長さを有している。側壁部114は、横方向に突出した一対のピン132を溝124の上部に有している。また側壁部116は、横方向に突出した一対のピン134を溝126の上部に有している。

20

【0052】

グラフト支持機構400のベース部416は前後方向に延びている溝を有し、その溝の両側の部分は、切開機構700の支持部材750の板状部752の横方向の両側に延びている。ステープルホルダー200のベース部材220は前後方向に延びている溝を有し、その溝の両側の部分は、切開機構700の支持部材750の板状部752の横方向の両側に延びている。外側ピラー512と内側ピラー532はいずれも切開機構700の支持部材750の板状部752の横方向の両側に延びている。同様に、外側ピラー612と内側ピラー632のいずれもまた切開機構700の支持部材750の板状部752の横方向の両側に延びている。

30

【0053】

前述したように、切開機構700のガイド770の前方固定部772は、横方向に突出した一対のピン782を有し、後方固定部774は、横方向に突出した一対のピン784を有している。前方固定部772のピン782はフレーム110の側壁部114の溝124を通り、後方固定部774のピン784はフレーム110の側壁部116の溝126を通り。また、グラフト支持機構400のベース部416は横方向に突出した二対のピン432, 434を有している。ピン432はフレーム110の側壁部114の溝124を通り、ピン434はフレーム110の側壁部116の溝126を通り。さらに、ステープルホルダー200のベース部材220は横方向に突出した二対のピン222, 224を有している。ピン222はフレーム110の側壁部114の溝124を通り、ピン224はフレーム110の側壁部116の溝126を通り。

40

【0054】

内側ピラー632は横方向に突出した二対のピン642, 644を有している。ピン6

50

42はフレーム110の側壁部112の溝122を通り、ピン644はフレーム110の側壁部118の溝128を通っている。また外側ピラー612は横方向に突出した二対のピン622, 624を有している。ピン622はフレーム110の側壁部112の溝122を通り、ピン624はフレーム110の側壁部118の溝128を通っている。また、外側ピラー512は横方向に突出した二対のピン522, 524を有している。ピン522はフレーム110の側壁部112の溝122を通り、ピン524はフレーム110の側壁部118の溝128を通っている。また内側ピラー532は横方向に突出した二対のピン542, 544を有している。ピン542はフレーム110の側壁部112の溝122を通り、ピン544はフレーム110の側壁部118の溝128を通っている。

【0055】

10

図5に示すように、フレーム110には、フレーム110に対して前後方向に移動可能に内側スライダー140が取り付けられている。内側スライダー140は、上方から見てほぼU字形状に折り曲げられた板材で構成されており、横方向の両側に互いに平行な側壁部を有している。

【0056】

20

内側スライダー140は、側壁部の前方部分に溝152, 154, 156, 158を有し、側壁部の後方部分に溝162, 164, 166, 168を有している。溝152, 154, 156, 158はそれぞれ溝162, 164, 166, 168と同じ形状を有している。溝152, 162は全体的に前後方向に直線的に延びている。溝154, 164は、前方部分が前後方向に直線的に延び、後方部分が前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝154, 164の後方部分は後方に向かって上方に傾斜している。溝156, 166は、前方部分と後方部分とが共に前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝156, 166の前方部分と後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜している。溝158, 168もまた、前方部分と後方部分とが共に前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝158, 168の前方部分と後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜しており、後方部分の方が前方部分に比べて傾斜が大きい。

【0057】

30

溝152, 162には、それぞれ、フレーム110の側壁部112, 118の溝122, 128を通って突出した内側ピラー532のピン542, 544が通っている。溝154, 164には、それぞれ、フレーム110の側壁部112, 118の溝122, 128を通って突出した外側ピラー512のピン522, 524が通っている。溝156, 166には、それぞれ、フレーム110の側壁部112, 118の溝122, 128を通って突出した外側ピラー612のピン622, 624が通っている。溝158, 168には、それぞれ、フレーム110の側壁部112, 118の溝122, 128を通って突出した内側ピラー632のピン642, 644が通っている。

【0058】

40

また内側スライダー140は、溝152, 154, 156, 158の側壁部の後方部分に溝142を有し、溝162, 164, 166, 168の側壁部の前方部分に溝144を有している。溝142は溝144と同じ形状を有している。溝142, 144は、前方部分と後方部分とが共に前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝142, 144の前方部分と後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜しており、後方部分の方が前方部分に比べて傾斜が大きい。

【0059】

溝142, 144には、それぞれ、フレーム110の側壁部114, 116の溝124, 126を通って突出したステープルホルダー200のピン222, 224が通っている。

【0060】

50

このような溝カム機構により、フレーム110に対する内側スライダー140の後方への移動に対しては、外側ピラー512とステープルホルダー200と外側ピラー612と内側ピラー632と内側ピラー532とが互いに近づいていき、それらの上下方向の相対

間隔が狭まる。これとは逆に、フレーム 110 に対する内側スライダー 140 の前方への移動に対しては、外側ピラー 512 とステープルホルダー 200 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 と内側ピラー 532 とが互いに離れていき、それらの上下方向の相対間隔が広がる。

【0061】

フレーム 110 に対して内側スライダー 140 を前後方向に移動させるためのワイヤーアッセンブリー 550, 560 が設けられている。ワイヤーアッセンブリー 550 はワイヤー 552 がピン 544 に固定されており、ワイヤー外管 554 が内側スライダー 140 の後方端部に固定されている。またワイヤーアッセンブリー 560 はワイヤー 562 が内側スライダー 140 の後方端部に固定されており、ワイヤー外管 564 がフレーム 110 の後端壁部 120 に固定されている。ワイヤーアッセンブリー 550, 560 は連結部 104 を通って操作部 106 にまで延びており、ワイヤー 552, 562 が操作ノブに連結されている。

10

【0062】

操作部 106 を操作してワイヤー 562 を引っ張ることにより内側スライダー 140 がフレーム 110 に対して後方に移動される。その結果、前述したように、内側ピラー 532 と外側ピラー 512 とステープルホルダー 200 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 の相対間隔が狭まる。また、操作部 106 を操作してワイヤー 552 を引っ張ることにより内側スライダー 140 がフレーム 110 に対して前方に移動される。その結果、前述したように、内側ピラー 532 と外側ピラー 512 とステープルホルダー 200 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 の相対間隔が広がる。

20

【0063】

詳しくは後述するように、内側ピラー 532 と外側ピラー 512 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 は、ステープルホルダー 200 に近い状態からステープルホルダー 200 から離れることにより、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 を湾曲した状態から実質的に真っすぐな状態に延ばす。また、内側ピラー 532 と外側ピラー 512 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 は、ステープルホルダー 200 から離れた状態からステープルホルダー 200 に近づくことにより、ステープルホルダー 200 に保持されたステープル 10 の針 14 を真っすぐに延びた状態から自然な湾曲した状態に戻す。すなわち、内側ピラー 532 と外側ピラー 512 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 およびこれらを上下方向に移動させる機構は、ステープル 10 の針 14 の湾曲を制御する湾曲制御機構を構成している。

30

【0064】

図 4 に示すように、フレーム 110 には、フレーム 110 に対して前後方向に移動可能に外側スライダー 170 が取り付けられている。外側スライダー 170 は、前方から見てほぼ U 字形状に折り曲げられた板材で構成されており、横方向の両側に互いに平行な側壁部を有している。

【0065】

外側スライダー 170 は、側壁部の前方部分に溝 172, 174, 176, 178 を有し、側壁部の後方部分に溝 182, 184, 186, 188 を有している。溝 172, 174, 176, 178 はそれぞれ溝 182, 184, 186, 188 と同じ形状を有している。溝 172, 182 は、前方部分と中央部分と後方部分とが共に前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝 172, 182 の前方部分と中央部分と後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜している。溝 174, 184 もまた、前方部分と中央部分と後方部分とが共に前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝 174, 184 の前方部分と中央部分と後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜している。溝 176, 186 は、前方部分と中央部分とが前後方向に直線的に延び、後方部分が前後方向に対して傾斜して直線的に延びている。溝 176, 186 の後方部分は共に後方に向かって上方に傾斜している。溝 178, 188 は全体的に前後方向に直線的に延びている。

40

【0066】

50

溝 172, 182 には、それぞれ、フレーム 110 の側壁部 114, 116 の溝 124, 126 を通って突出したステープルホルダー 200 のピン 222, 224 が通っている。溝 174, 184 には、それぞれ、フレーム 110 の側壁部 114, 116 の溝 124, 126 を通って突出したグラフト支持機構 400 のピン 432, 434 が通っている。溝 176, 186 には、それぞれ、フレーム 110 の側壁部 114, 116 の溝 124, 126 を通って突出した切開機構 700 のピン 782, 784 が通っている。溝 178, 188 には、それぞれ、フレーム 110 のピン 132, 134 が通っている。

【0067】

このような溝カム機構により、フレーム 110 に対する外側スライダー 170 の後方への移動に対しては、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 とが下方に移動して冠動脈支持機構 300 に近づいていき、それらの上下方向の相対間隔が狭まる。その際、切開機構 700 は、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の相対間隔が大きい間だけ下方に移動し、それ以外ではその高さを維持する。これとは逆に、フレーム 110 に対する外側スライダー 170 の前方への移動に対しては、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 とが上方に移動して冠動脈支持機構 300 から離れていく、それらの上下方向の相対間隔が広がる。その際、切開機構 700 は、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の相対間隔が大きい間だけ上方に移動し、それ以外ではその高さを維持する。

【0068】

フレーム 110 に対して外側スライダー 170 を前後方向に移動させるためのワイヤーアッセンブリー 350, 360 が設けられている。ワイヤーアッセンブリー 350 はワイヤー 352 が外側スライダー 170 の後方端部に固定されており、ワイヤー外管 354 がフレーム 110 の後端壁部 120 に固定されている。またワイヤーアッセンブリー 360 はワイヤー 362 がフレーム 110 の側壁部 116 のピン 134 に固定されており、ワイヤー外管 364 が外側スライダー 170 の後方端部に固定されている。ワイヤーアッセンブリー 350, 360 は連結部 104 を通って操作部 106 にまで延びており、ワイヤー 352, 362 が操作ノブに連結されている。

【0069】

操作部 106 を操作してワイヤー 352 を引っ張ることにより内側スライダー 140 がフレーム 110 に対して後方に移動される。その結果、前述したように、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の相対間隔が狭まる。また、操作部 106 を操作してワイヤー 362 を引っ張ることにより内側スライダー 140 がフレーム 110 に対して前方に移動される。その結果、前述したように、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の相対間隔が広がる。

【0070】

ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 およびこれらを上下方向に移動させる機構は、ステープルホルダー 200 に対する二本の中空組織すなわち冠動脈とグラフトの間隔を制御する間隔制御機構を構成している。

【0071】

冠動脈とグラフトの間隔を制御するこの間隔制御機構は、フレーム 110 に対して外側スライダー 170 が前後方向に移動されることにより駆動される。また、ステープル 10 の針 14 の湾曲を制御する前述した湾曲制御機構は、フレーム 110 に対して内側スライダー 140 が前後方向に移動されることにより駆動される。つまり、間隔制御機構と湾曲制御機構は互いに独立している。

【0072】

続いて、グラフト支持機構 400 について図 9 ~ 図 14 を参照しながらさらに詳しく説明する。

【0073】

図 9 に示すように、固定部 414 とベース部 416 には板ばね 422 が取り付けられている。板ばね 422 は、ベース部 416 に対して固定部 414 が真っすぐになるように、

10

20

30

40

50

つまりベース部 416 に対する固定部 414 の傾斜がなくなるように付勢している。また図 10 に示すように、ベース部 416 には貫通穴が形成されており、その貫通穴の中にピン 420 が収容されている。ピン 420 はベース部 416 の貫通穴の中を進退可能である。ベース部 416 の貫通穴の中にはコイルバネ 424 が組み込まれている。コイルバネ 424 は、ピン 420 をベース部 416 から突出させるようにピン 420 を付勢している。ピン 420 にはワイヤー 426 が接続されている。ワイヤー 426 は連結部 104 を通じて操作部 106 まで延びており、操作ノブに連結されている。

【0074】

図 9 と図 10 に示した状態では、板ばね 422 によって付勢されている固定部 414 が、ベース部 416 から突出しているピン 420 に当接している。これにより、固定部 414 がベース部 416 に対して傾斜した姿勢でロックされている。本明細書では、この状態を開いた状態と呼ぶ。この開いた状態から、コイルバネ 424 の弾性力に逆らってワイヤー 426 を引っ張ると、図 11 に示すように、ピン 420 がベース部 416 の内部に引き込まれ、ロックが解除される。固定部 414 は、板ばね 422 から受ける力によって軸 418 を中心に旋回する。固定部 414 の旋回は、固定部 414 の端面がベース部 416 に当たって止まる。その結果、図 12 に示すように、固定部 414 は、ベース部 416 に対して直線的に延びた姿勢で静止する。その後、ワイヤー 426 を緩めると、図 13 に示すように、コイルバネ 424 の弾性力によってベース部 416 からピン 420 が突出され、固定部 414 の穴に進入する。これにより、固定部 414 がベース部 416 に対して直線的に延びた姿勢でロックされる。本明細書では、この状態を閉じた状態と呼ぶ。

10

20

30

【0075】

冠動脈支持機構 300 も基本的にグラフト支持機構 400 と同様の構造をしている。すなわち、図 4 ~ 図 6 に示された冠動脈支持機構 300 は、板ばねによって付勢されている固定部 314 がベース部 316 から突出しているピン 320 に当接していることにより、固定部 314 がベース部 316 に対して傾斜した姿勢でロックされている。つまり、冠動脈支持機構 300 は開いた状態にある。この開いた状態から、ピン 320 がベース部 316 の内部に引き込まれてロックが解除されると、固定部 314 が軸 318 を中心に旋回してベース部 316 に対して直線的に延びた姿勢で静止する。その後、ピン 320 がベース部 316 から突出されて固定部 314 の穴に進入することにより、固定部 314 がベース部 316 に対して直線的に延びた姿勢でロックされる。つまり、冠動脈支持機構 300 は閉じた状態となる。

【0076】

グラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の相違点の一つとしては、グラフト支持機構 400 のグラフトサポート 412 は、グラフトの端面からグラフト内に挿入されるため、真っすぐであるが、冠動脈支持機構 300 の冠動脈サポート 312 は、冠動脈の側面から冠動脈に突き刺されるので、付け根部分が下方に折れ曲がった形状をしており、冠動脈内に実際に挿入される部分が固定部 314 への固定位置に対して下方にずれて位置している。

【0077】

また冠動脈支持機構 300 との別の相違点として、グラフト支持機構 400 は、グラフトを保持するためのグラフト保持機構を有している。このため、図 14 に示すように、固定部 414 には、気体を移送するためのチューブ 442 が接続されている。一例では、固定部 414 に、グラフトと接触する面に開口した吸引孔が設けられている。吸引孔はチューブ 442 を介して負圧源と接続される。この構成では、負圧源によりチューブ 442 内を減圧し、グラフトを固定部 414 に吸着させることにより、グラフトが固定部 414 に保持される。別の例では、固定部 414 にバルーン 444 が取り付けられている。バルーン 444 はチューブ 442 を介して気体供給源に接続される。この構成では、気体供給源からバルーン 444 に気体を供給し、グラフト内でバルーン 444 を膨らませることにより、グラフトが固定部 414 に保持される。

40

【0078】

50

以下、図15～図51を参照しながら、中空組織接合装置100を使用してステープル10により冠動脈とグラフトを接合する動作について説明する。

【0079】

図15に示すように、中空組織接合装置100は、冠動脈支持機構300とグラフト支持機構400が開いた状態に調整する。また外側ピラー512と内側ピラー532と外側ピラー612と内側ピラー632とをステープルホルダー200に近づけておく。ステープル10は、リング部材12がステープル保持部材210の溝212に整列するようステープルホルダー200の前方に配置する。

【0080】

その後、リング部材12をステープル保持部材210の溝212の間に押し込み、ステープル10をステープルホルダー200に装着する。その際、リング部材12は、押しつぶされながら、ステープル保持部材210の溝212に沿って摺動される。これにより、ステープル10は図1に示した自然状態から図2に示した変形状態に変形される。さらに、外側ピラー512と内側ピラー532と外側ピラー612と内側ピラー632とをステープルホルダー200から遠ざけて、ステープル10の針14が真っすぐにのばす。ステープル10がステープルホルダー200に装着され針14が真っすぐにのばされた状態を図16と図17に示す。

【0081】

次に、図18と図19に示すように、冠動脈サポート312を冠動脈50に突き刺し、冠動脈支持機構300を閉じた状態にするとともに、グラフトサポート412と固定部414にグラフト60を端面から挿入する。さらに、グラフト保持機構によってグラフト60を固定部414に保持する。

【0082】

続いて、図20～図22に示すように、グラフト支持機構400を閉じた状態にする。これにより、冠動脈50とグラフト60とがほぼ平行に配置される。

【0083】

次に、図23～図25に示すように、グラフト支持機構400とステープルホルダー200を冠動脈支持機構300に近づけて、ステープルホルダー200に対するグラフト支持機構400と冠動脈支持機構300の間隔を狭めていき、ステープル10の針14の先端部を冠動脈50とグラフト60に刺す。冠動脈サポート312とグラフトサポート412は、それぞれ、ステープル10の針14が冠動脈50とグラフト60に刺さる際に冠動脈50とグラフト60を支持する。針14の刺しは、針14が冠動脈50とグラフト60を貫通しない程度にとどめておく。

【0084】

その後、図26～図28に示すように、切開機構700のカッター710, 720を前方に移動させて、刃712, 722をステープル10のリング部材12の内側の後方に配置する。図26と図27では、カッター710を見やすくするため、外側ピラー612と内側ピラー632の図示を省略している。

【0085】

続いて、カッター710を下方に移動させて刃712を冠動脈50に刺すとともにカッター720を上方に移動させて刃722をグラフト60に刺した後、カッター710とカッター720を共に前方に移動させて、冠動脈50とグラフト60をそれぞれ切開する。切開が終了した状態を図29～図31に示す。

【0086】

図26～図28は、冠動脈50とグラフト60を、互いに同じ位置を互いに同じ長さだけ切開する例を示しているが、冠動脈50とグラフト60を切開する位置と長さは異なっていてもよい。つまり、冠動脈50とグラフト60を、互いに同じ位置を異なる長さで切開してもよく、また、互いに異なる位置を互いに同じ長さだけ、または互いに異なる位置を互いに異なる長さだけ切開してもよい。

【0087】

10

20

30

40

50

このように切開機構 700 は、カッター 710, 720 の刃 712, 722 を冠動脈 50 とグラフト 60 との間に配置し、冠動脈 50 とグラフト 60 を外側から切開する。また、ステープルホルダー 200 は、カッター 710, 720 の刃 712, 722 がステープル 10 と接触することのないようにステープル 10 を保持している。具体的には、ステープルホルダー 200 は、カッター 710, 720 の刃 712, 722 がリング部材 12 の内側に位置するようにステープル 10 を保持している。さらに、ステープルホルダー 200 は、ステープル 10 を保持している間、少なくとも冠動脈 50 とグラフト 60 を開切する間、ステープル 10 のリング部材 12 の拡張を防止する拡張防止機構として機能する。

【0088】

次に、カッター 710 を上方に移動させて刃 712 を冠動脈 50 から離すとともにカッター 720 を下方に移動させて刃 722 をグラフト 60 から離した後、カッター 710, 720 を共に後方に移動させて筐体 190 内に収納する。カッター 710, 720 を収納する途中の状態を図 32～図 34 に示す。図 32 と図 33 では、カッター 710 を見やすくするため、外側ピラー 612 と内側ピラー 632 の図示を省略している。

10

【0089】

本実施形態の中空組織接合装置 100 では、切開機構 700 に接続された四本のワイヤー 852, 862, 872, 882 はそれぞれ操作部 106 の異なる操作ノブに連結されている。あるいは、二本のワイヤー 852, 872 が、それらの動作が互いに逆向きになるように共通の操作ノブに連結され、二本のワイヤー 862, 882 が、それらの動作が互いに逆向きになるように別の共通の操作ノブに連結されている。ワイヤー 852, 862 が連結された操作ノブとワイヤー 872, 882 が連結された操作ノブとをそれぞれ別々に操作することにより、冠動脈 50 とグラフト 60 を位置または長さまたはその両方を異なせて切開することができる。

20

【0090】

また、中空組織接合装置 100 が常に冠動脈 50 とグラフト 60 の同じ位置を同じ長さだけ切開する用途に使用されるのであれば、中空組織接合装置 100 は、二本のワイヤー 852, 872 が操作部 106 の共通の操作ノブに連結され、また二本のワイヤー 862, 882 が操作部 106 の別の共通の操作ノブに連結されていてもよい。あるいは、二本のワイヤー 852, 872 と二本のワイヤー 862, 882 とが、それらの動作が互いに逆向きになるように共通の操作ノブに連結されていてもよい。

30

【0091】

その後、図 35～図 37 に示すように、グラフト支持機構 400 とステープルホルダー 200 を冠動脈支持機構 300 にさらに近づけて行き、ステープルホルダー 200 に対するグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 の間隔を狭める。その際、内側ピラー 632 と内側ピラー 532 はそれぞれグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 と運動してステープルホルダー 200 に近づいていくが、外側ピラー 612 と外側ピラー 512 は共にステープルホルダー 200 に対して移動しない。このようにステープルホルダー 200 に対してグラフト支持機構 400 と冠動脈支持機構 300 を近づけることにより、ステープル 10 の針 14 の先端部を冠動脈 50 とグラフト 60 にそれぞれ貫通させる。その間、冠動脈サポート 312 とグラフトサポート 412 はそれぞれ冠動脈 50 とグラフト 60 を支持している。また、冠動脈サポート 312 とグラフトサポート 412 は、それぞれ、冠動脈 50 とグラフト 60 との接触個所が、ステープル 10 の針 14 が冠動脈 50 とグラフト 60 を貫通する位置からずれている。ステープル 10 の針 14 の先端部が冠動脈 50 とグラフト 60 をそれぞれ貫通した状態を図 38～図 40 に示す。

40

【0092】

図 40 に示すように、冠動脈サポート 312 とグラフトサポート 412 は、冠動脈 50 やグラフト 60 を貫通した針 14 の先端部の内側に位置している。このため、冠動脈 50 やグラフト 60 を貫通した針 14 の先端部は、自然状態である湾曲した形状に戻ろうとするが、冠動脈サポート 312 とグラフトサポート 412 に当たり、元の湾曲した形状に戻る変形が冠動脈サポート 312 とグラフトサポート 412 によって邪魔される。つまり、

50

ここでは、冠動脈サポート312とグラフトサポート412は、針14が元の湾曲した形状に戻る変形すなわち針14の復元を抑制する抑制部材として機能する。

【0093】

次に、図41～図43に示すように、グラフト支持機構400とステープルホルダー200を冠動脈支持機構300から遠ざけて、ステープルホルダー200に対するグラフト支持機構400と冠動脈支持機構300の間隔を広げていき、冠動脈50を貫通した針14の先端部と冠動脈サポート312との接触およびグラフト60を貫通した針14の先端部とグラフトサポート412との接触を解除する。これにより、冠動脈50を貫通した針14の先端部とグラフト60を貫通した針14の先端部は元の湾曲した形状に戻る。この針14の先端部の変形に伴って、図43に示すように、冠動脈50の切開個所の周辺部分が上方に引っ張られ、またグラフト60の切開個所の周辺部分が下方に引っ張られる。その結果、冠動脈50の切開面とグラフト60の切開面とが互いに向き合う。

10

【0094】

続いて、図44～図46に示すように、外側ピラー512と内側ピラー532と外側ピラー612と内側ピラー632とをステープルホルダー200に近づけていく。これにより、図46に示すように、冠動脈50の切開面とグラフト60の切開面とが互いに接触し、針14は元の湾曲した形状にほぼ戻る。

【0095】

その後、図47と図48に示すように、冠動脈50とグラフト60を接合したステープル10から、ステープルホルダー200や冠動脈サポート312やグラフトサポート412などを引き抜く。これにより、ステープル10がステープルホルダー200から外れ、リング部材12が元の拡張した形状に戻る。これにより、冠動脈50とグラフト60の接合部が外側に広がり、冠動脈50とグラフト60との間に流路が確保される。接合された冠動脈50とグラフト60を図49～図51に示す。

20

【0096】

本実施形態は以下の利点を有している。

【0097】

カッター710, 720の刃712, 722が冠動脈50とグラフト60との間に配置され、冠動脈50とグラフト60を外側から切開するので、中空組織接合装置100は細い冠動脈50とグラフト60に対しても使用できる。

30

【0098】

また切開機構700は、カッター710とカッター720とが上下方向および前後方向に互いに独立に操作可能であるため、冠動脈50とグラフト60を、互いに同じまたは異なる位置を、互いに同じ長さまたは異なる長さだけ切開することが可能である。これにより、血管壁の厚さが互いに異なる冠動脈50とグラフト60をも適切に接合することが可能となる。

【0099】

ステープルホルダー200は、カッター710, 720の刃712, 722がステープル10と接触することのないようにステープル10を保持するので、カッター710, 720の刃712, 722とステープル10との衝突に起因するゴミの発生が防止される。カッター710, 720の刃712, 722とステープル10との衝突により発生したゴミが血管内に混入することがない。

40

【0100】

ステープルホルダー200がステープル10のリング部材12の拡張を防止しているので、冠動脈50とグラフト60を開切する際に血管にかかる負荷が少ない。

【0101】

冠動脈サポート312とグラフトサポート412がステープル10の針14が冠動脈50とグラフト60を貫通する位置から離れているので、冠動脈50とグラフト60にステープル10の針14を貫通させる際に血管にかかる負荷が少ない。

【0102】

50

冠動脈 50 とグラフト 60 の切開面同士を接触させて冠動脈 50 とグラフト 60 が接合されるので、自己修復機能による細胞増殖の発生が少なく、細胞増殖によって血流が妨げられることが低減される。

【0103】

【ステープルの変形例】

以下、ステープルの変形例について説明する。上述した実施形態では、ステープル 10 は、リング部材 12 が閉じたリングの形状を有しているが、リング部材 12 の形状はこれに限定されない。ステープル 10 の変形例として、図 1 と図 2 に示したステープル 10 に代えて使用可能な別のステープル 10 を図 5 2 に示す。図 5 2 に示すように、この変形例のステープル 10 A は、リング部材 12 A が、開いたリングの形状を有している。そのほかの構成は、図 1 と図 2 に示したステープル 10 と同じである。このステープル 10 A もまた、図 1 と図 2 に示したステープル 10 とまったく同様に、上述した中空組織接合装置 100 において使用される。

10

【0104】

これまで、図面を参照しながら本発明の実施形態を述べたが、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において様々な変形や変更が施されてもよい。

【0105】

上述した実施形態では、ステープルホルダー 200 とグラフト支持機構 400 と外側ピラー 512 と内側ピラー 532 と外側ピラー 612 と内側ピラー 632 を上下方向に移動させる機構は、溝カム機構によって構成されているが、これに限定されるものではなく、直動リンクや搖動リンクやネジや歯車などを利用した機構によって構成されてもよい。同様に、カッター 710, 720 を移動させる機構も、溝カム機構に限らず、直動リンクや搖動リンクやネジや歯車などを利用した機構によって構成されてもよい。これらの機構は、実施形態ではワイヤーによって操作されるが、これに限らず、複節リンクなど、任意の力伝達部材によって操作されてもよい。力伝達部材を使用する代わりに、それらの機構にアクチュエーターを設け、それを使用して操作してもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図 1】本発明の実施形態における自然状態のステープルを示している。

30

【図 2】本発明の実施形態における中空組織接合装置に装着された状態のステープルを示している。

【図 3】本発明の実施形態における中空組織接合装置の外観を示している。

【図 4】図 3 に示した処置部の内部機構を示している。

【図 5】図 4 から外側スライダーを取り除いた処置部の内部機構を示している。

【図 6】図 5 から内側スライダーを取り除いた処置部の内部機構を示している。

【図 7】図 3 に示した処置部に内蔵された切開機構の分解斜視図である。

【図 8】図 7 に示した切開機構の組み立て完成図である。

【図 9】開いた状態のグラフト支持機構を斜め上方から見た斜視図である。

【図 10】図 9 に示したグラフト支持機構を斜め下方から見た斜視図である。

40

【図 11】図 10 に示した状態からピンがベース部に引っ込んでロックが解除されたグラフト支持機構を斜め下方から見た斜視図である。

【図 12】ベース部に対して固定部が直線的に延びた状態のグラフト支持機構を斜め上方から見た斜視図である。

【図 13】閉じた状態のグラフト支持機構を斜め下方から見た斜視図である。

【図 14】グラフト支持機構に設けられたグラフトの保持機構を模式的に示している。

【図 15】自然状態のステープルと中空組織接合装置の処置部とを示している。

【図 16】ステープルが装着された中空組織接合装置の処置部の斜視図である。

【図 17】図 16 に示した処置部の側面図である。

【図 18】冠動脈サポートが冠動脈に挿入され、グラフトサポートがグラフトに挿入され

50

た処置部の斜視図である。

【図19】図18に示した処置部の側面図である。

【図20】グラフト支持機構が閉じられた処置部の斜視図である。

【図21】図20に示した処置部の側面図である。

【図22】図20に示した処置部の正面図である。

【図23】ステープルの針の先端部がグラフトと冠動脈に刺さった処置部の斜視図である。

。

【図24】図23に示した処置部の側面図である。

【図25】図23に示した処置部の正面図である。

【図26】カッターの刃がグラフトと冠動脈の間に配置された処置部の斜視図である。

10

【図27】図26に示した処置部の側面図である。

【図28】図26に示した処置部の正面図である。

【図29】グラフトと冠動脈の開切が終了した処置部の斜視図である。

【図30】図29に示した処置部の側面図である。

【図31】図29に示した処置部の正面図である。

【図32】カッターが筐体内に収納される途中の処置部の斜視図である。

【図33】図32に示した処置部の側面図である。

【図34】図32に示した処置部の正面図である。

【図35】ステープルの針がグラフトと冠動脈にさらに刺さった途中の処置部の斜視図である。

20

【図36】図35に示した処置部の側面図である。

【図37】図35に示した処置部の正面図である。

【図38】ステープルの針の先端部がグラフトと冠動脈を貫通した処置部の斜視図である。

。

【図39】図38に示した処置部の側面図である。

【図40】図38に示した処置部の正面図である。

【図41】グラフトサポートと冠動脈サポートがステープルホルダーから遠ざけられた処置部の斜視図である。

【図42】図41に示した処置部の側面図である。

30

【図43】図41に示した処置部の正面図である。

【図44】ピラーがステープルホルダーに近づけられた処置部の斜視図である。

【図45】図44に示した処置部の側面図である。

【図46】図44に示した処置部の正面図である。

【図47】グラフトと冠動脈から引き抜かれる途中の処置部の斜視図である。

【図48】図47に示した処置部の側面図である。

【図49】互いに接合されたグラフトと冠動脈の斜視図である。

【図50】図49に示したグラフトの一部を破断して示した斜視図である。

【図51】図49に示した互いに接合されたグラフトと冠動脈の断面図である。

【図52】図1と図2に示したステープルに代えて使用可能な別のステープルを示している。

40

【符号の説明】

【0107】

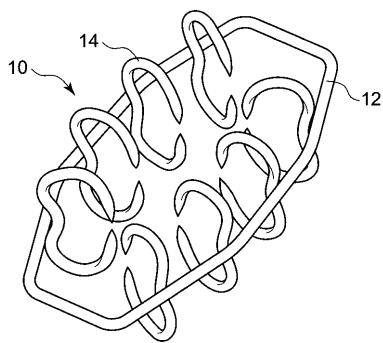
10, 10A...ステープル、12, 12A...リング部材、14...針、50...冠動脈、60...グラフト、100...中空組織接合装置、102...処置部、104...連結部、106...操作部、110...フレーム、112, 114, 116, 118...側壁部、120...後端壁部、122, 124, 126, 128...溝、132, 134...ピン、140...内側スライダー、142, 144, 152, 154, 156, 158, 162, 164, 166, 168...溝、170...外側スライダー、172, 174, 176, 178, 182, 184, 186, 188...溝、190...カバー、200...ステープルホルダー、210...ステープル保持部、212...溝、220...ベース部、222, 224, 232, 234...ピン、3

50

0 0 ... 冠動脈支持機構、3 1 2 ... 冠動脈サポート、3 1 4 ... 固定部、3 1 6 ... ベース部、3 1 8 ... 軸、3 2 0, 3 3 2 ... ピン、3 5 0, 3 6 0 ... ワイヤーアッセンブリー、3 5 2, 3 6 2 ... ワイヤー、3 5 4, 3 6 4 ... ワイヤー外管、4 0 0 ... グラフト支持機構、4 1 2 ... グラフトサポート、4 1 4 ... 固定部、4 1 6 ... ベース部、4 1 8 ... 軸、4 2 0 ... ピン、4 2 2 ... 板ばね、4 2 4 ... コイルバネ、4 2 6 ... ワイヤー、4 3 2, 4 3 4 ... ピン、4 4 2 ... チューブ、4 4 4 ... バルーン、5 1 2 ... 外側ピラー、5 2 2, 5 2 4 ... ピン、5 3 2 ... 内側ピラー、5 4 2, 5 4 4 ... ピン、5 5 0, 5 6 0 ... ワイヤーアッセンブリー、5 5 2, 5 6 2 ... ワイヤー、5 5 4, 5 6 4 ... ワイヤー外管、6 1 2 ... 外側ピラー、6 2 2, 6 2 4 ... ピン、6 3 2 ... 内側ピラー、6 4 2, 6 4 4 ... ピン、7 0 0 ... 切開機構、7 1 0, 7 2 0 ... カッター、7 1 2, 7 2 2 ... 刃、7 1 4, 7 2 4 ... アーム、7 1 6, 7 2 6 ... 支持部、7 1 8, 7 2 8 ... 長溝、7 3 0 ... 支持部材、7 3 2 ... 板状部材、7 3 4 ... ピン、7 3 6, 7 4 2, 7 4 4, 7 4 6, 7 4 8 ... 溝、7 5 0 ... 支持部材、7 5 2 ... 板状部、7 5 4 ... 湾曲部、7 5 6, 7 6 2, 7 6 4 ... 溝、7 6 6, 7 6 8 ... 穴、7 7 0 ... ガイド、7 7 2 ... 前方固定部、7 7 4 ... 後方固定部、7 7 6 ... レール、7 8 2, 7 8 4, 7 9 2, 7 9 4, 7 9 6, 7 9 8, 8 0 2, 8 0 4 ... ピン、8 1 0, 8 2 0, 8 3 0, 8 4 0, 8 5 0, 8 6 0, 8 7 0, 8 8 0 ... ワイヤーアッセンブリー、8 1 2, 8 2 2, 8 3 2, 8 4 2, 8 5 2, 8 6 2, 8 7 2, 8 8 2 ... ワイヤー、8 1 4, 8 2 4, 8 3 4, 8 4 4, 8 5 4, 8 6 4, 8 7 4, 8 8 4 ... ワイヤー外管。

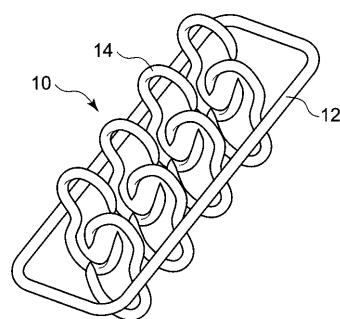
【図 1】

図 1



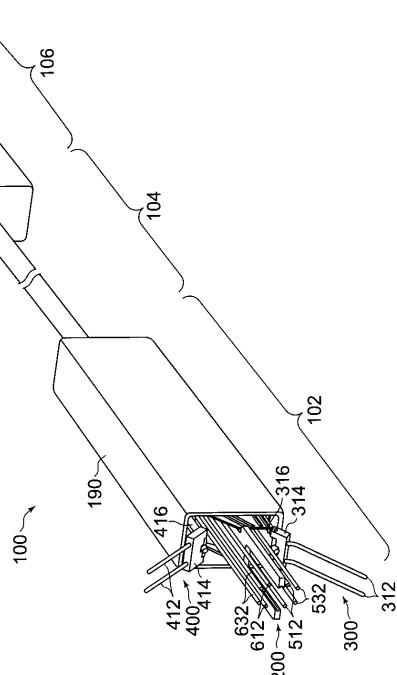
【図 2】

図 2

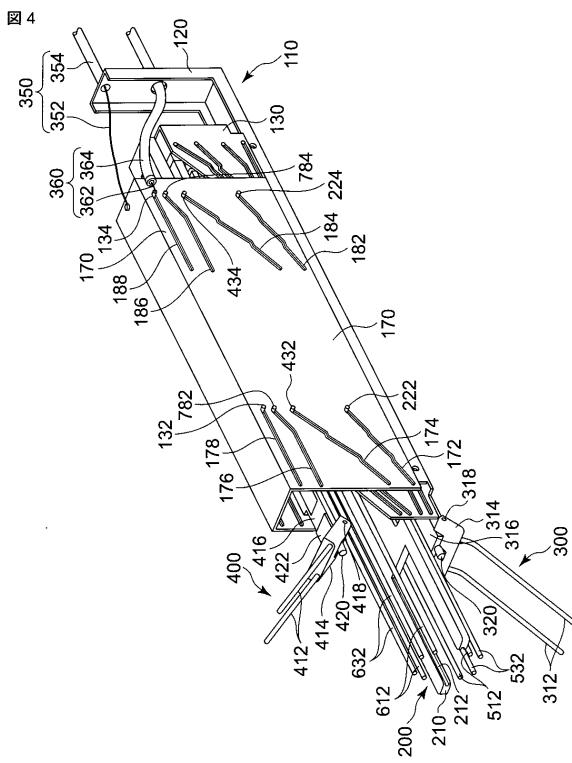


【図 3】

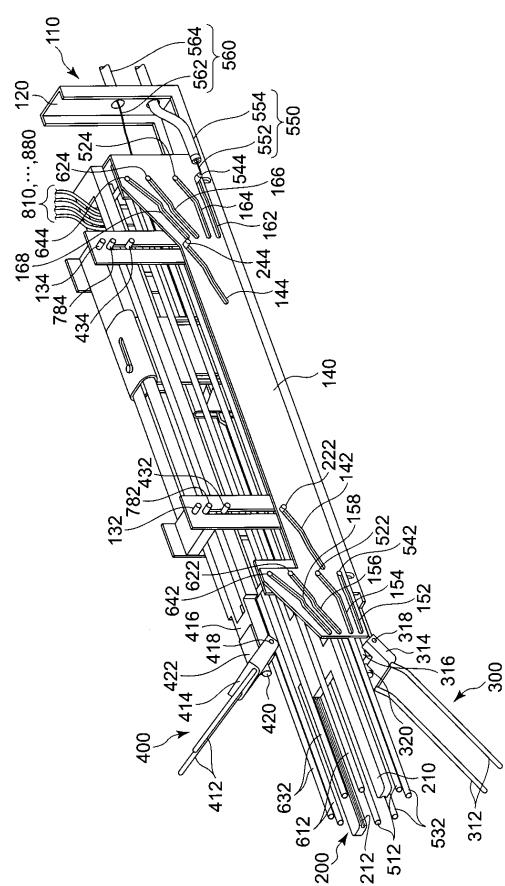
図 3



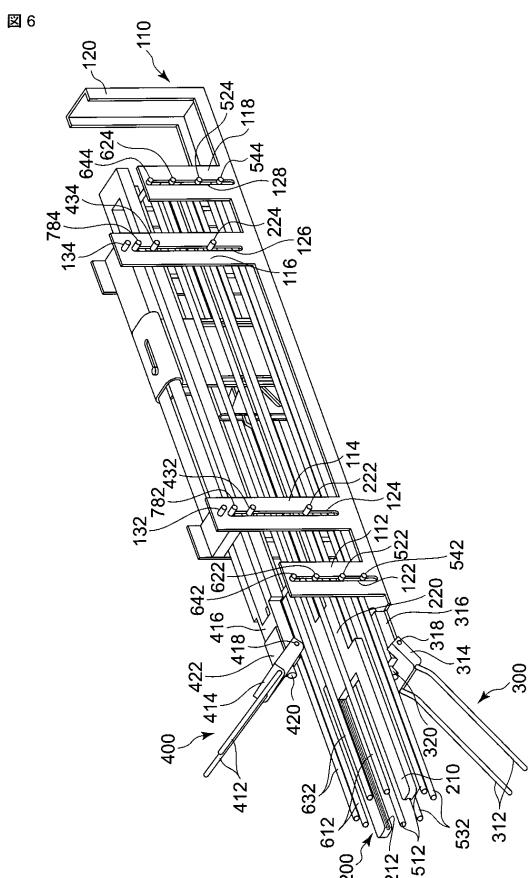
【 図 4 】



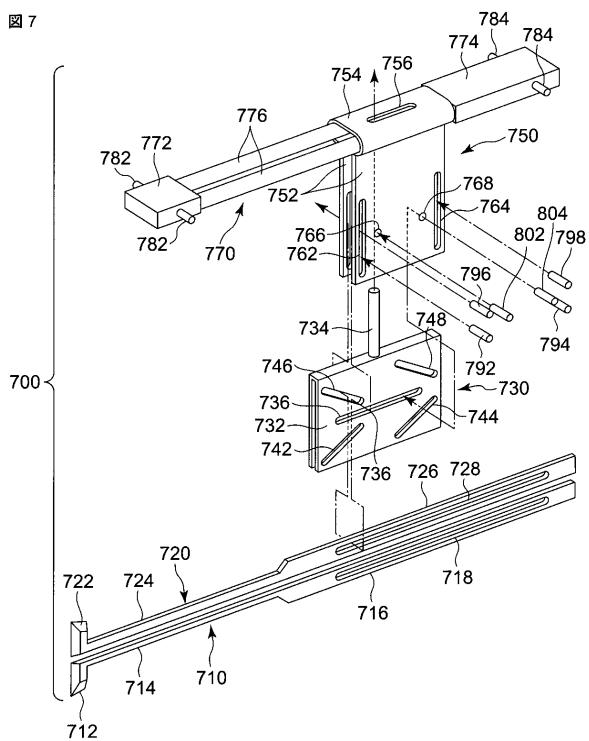
【 図 5 】



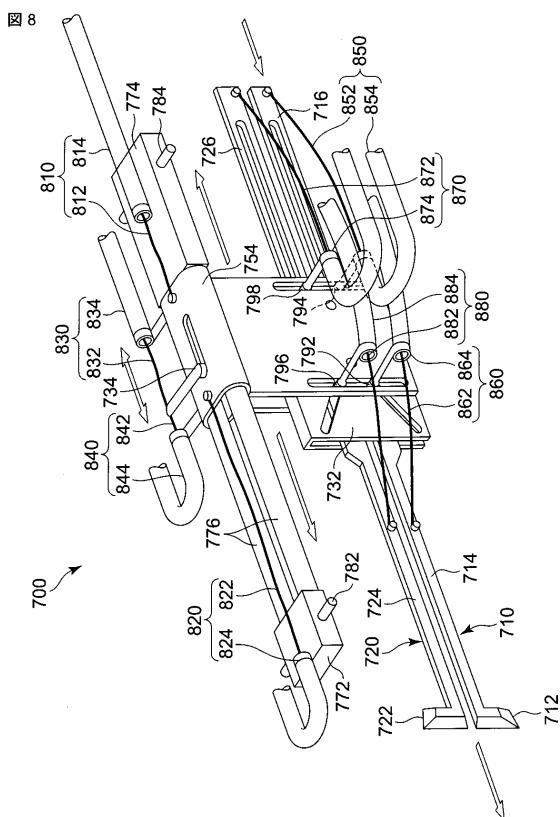
【図6】



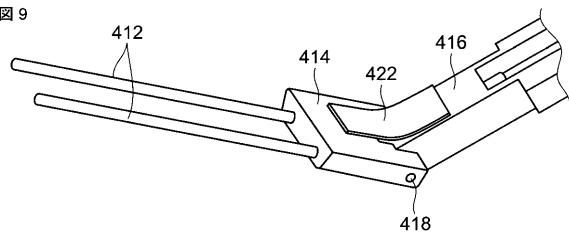
【図7】



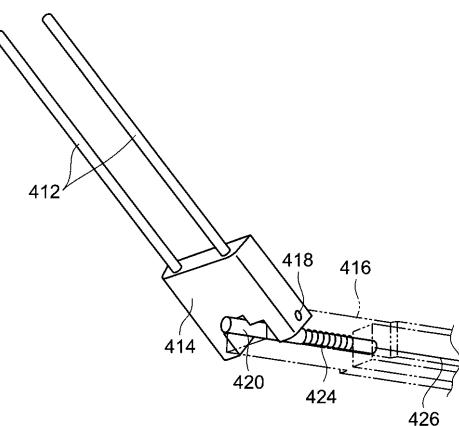
【図 8】



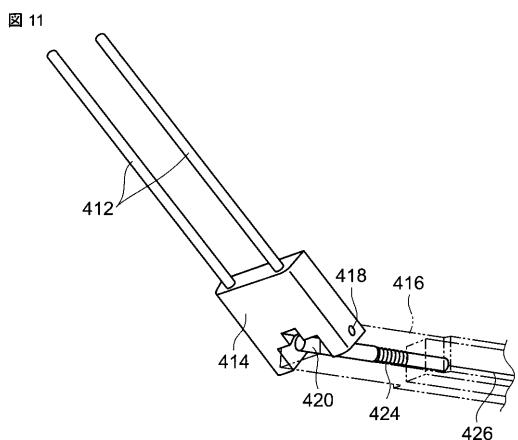
【図 9】



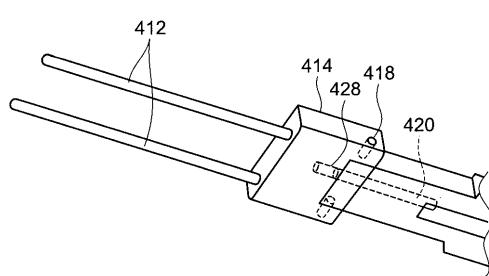
【図 10】



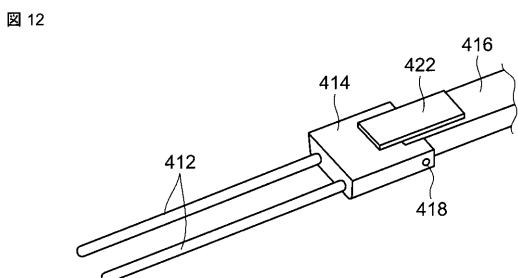
【図 11】



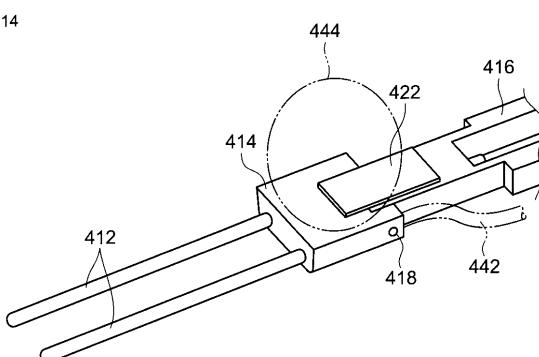
【図 13】



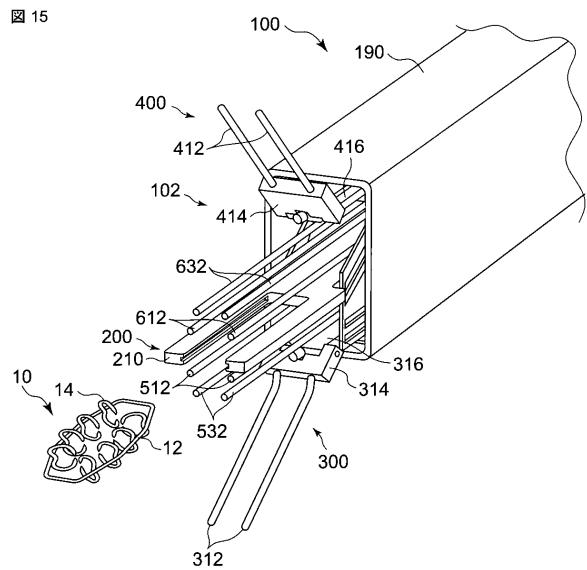
【図 12】



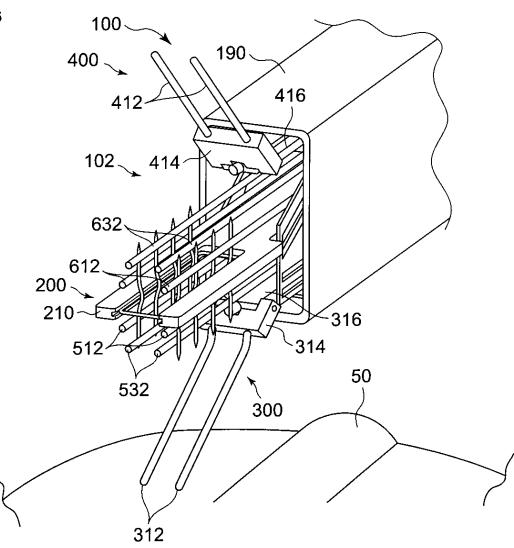
【図 14】



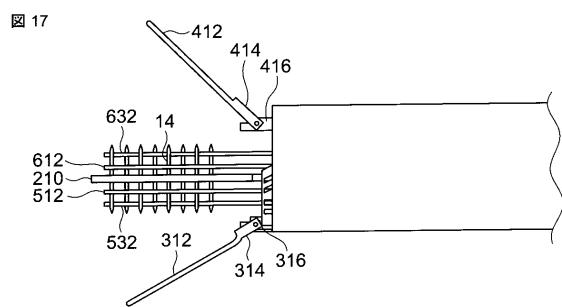
【図 15】



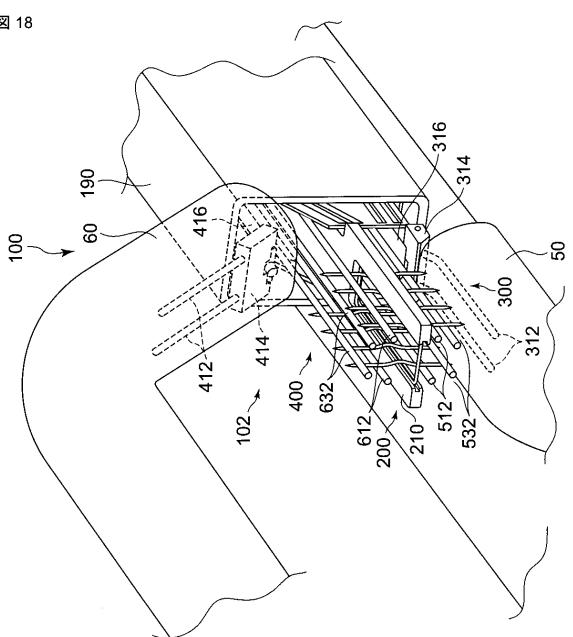
【図 16】



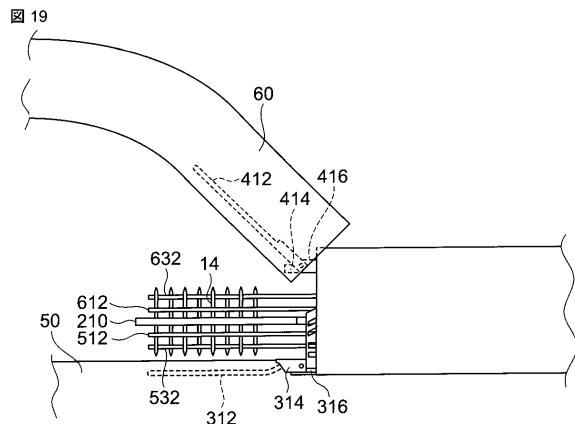
【図 17】



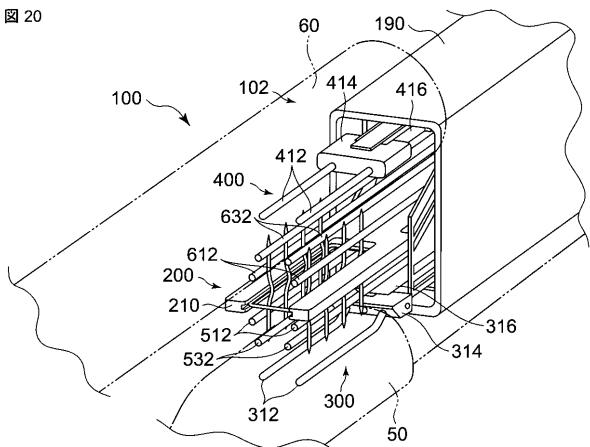
【図 18】



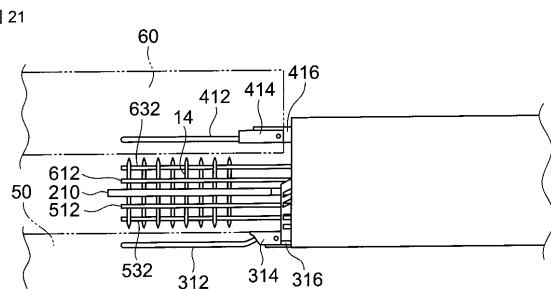
【図 19】



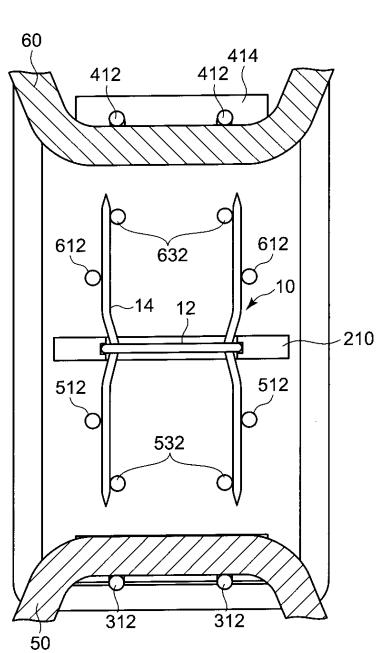
【図 20】



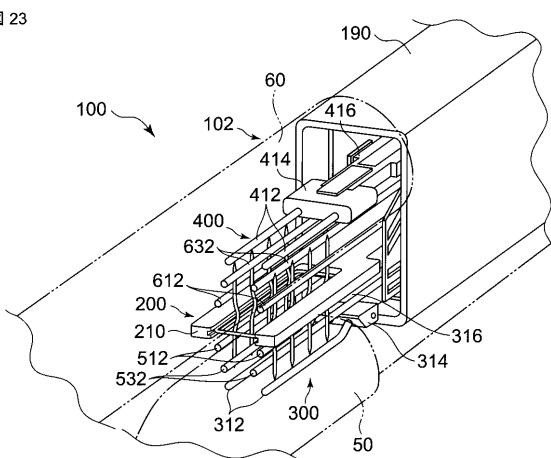
【図 21】



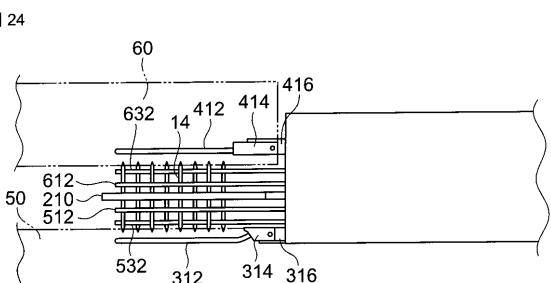
【図 22】



【図 23】

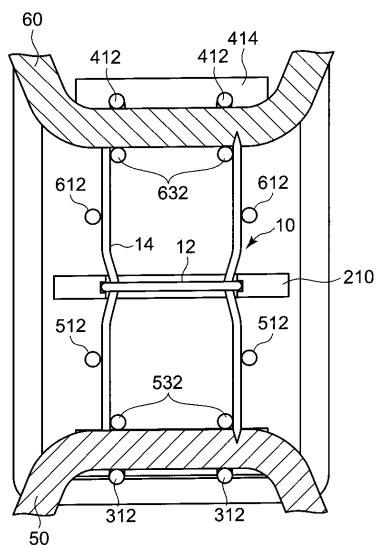


【図 24】



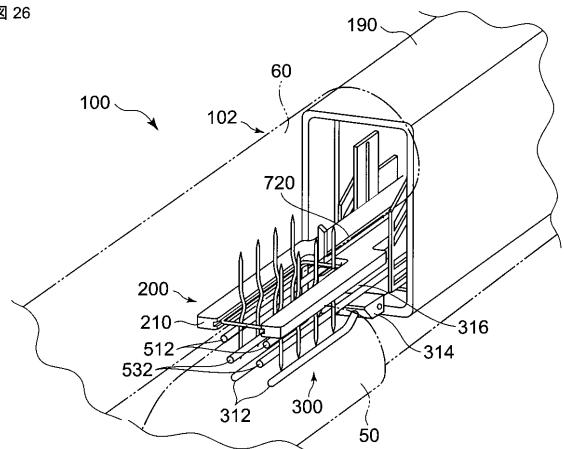
【図 25】

図 25



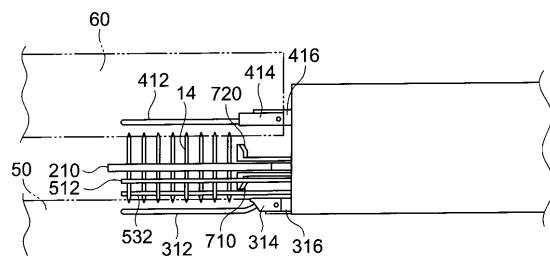
【図 26】

図 26



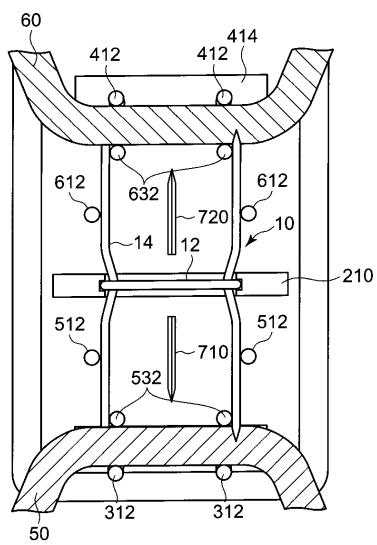
【図 27】

図 27



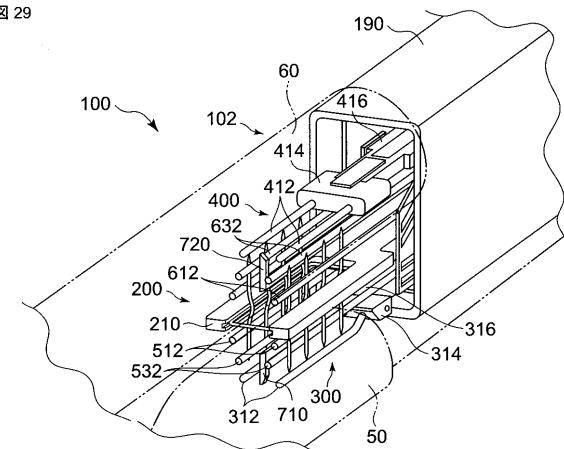
【図 28】

図 28



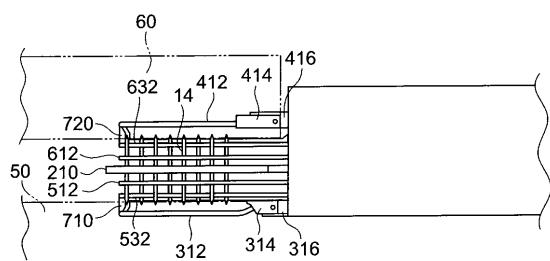
【図 29】

図 29



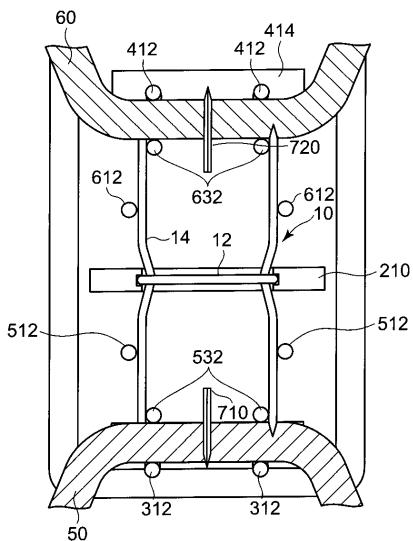
【図 30】

図 30



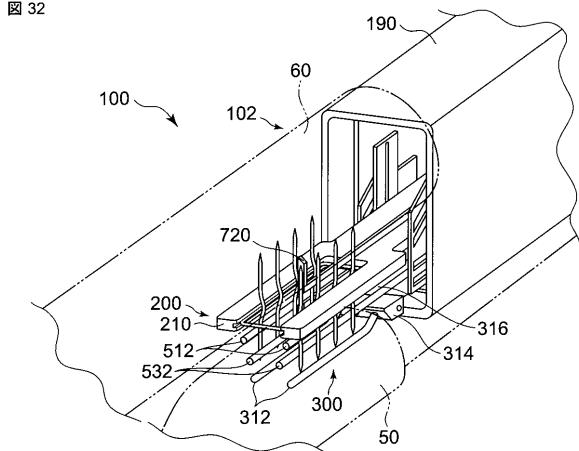
【図 3 1】

図31



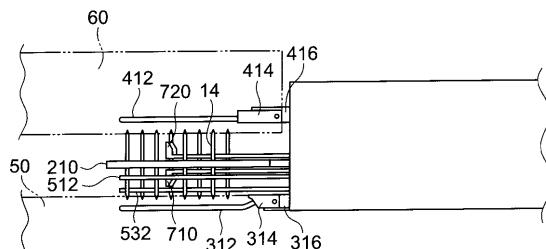
【図 3 2】

図32



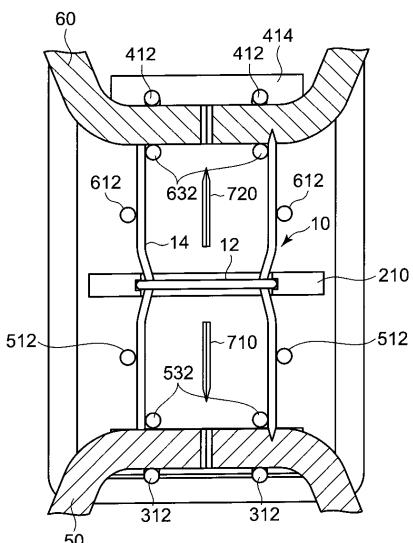
【図 3 3】

図33



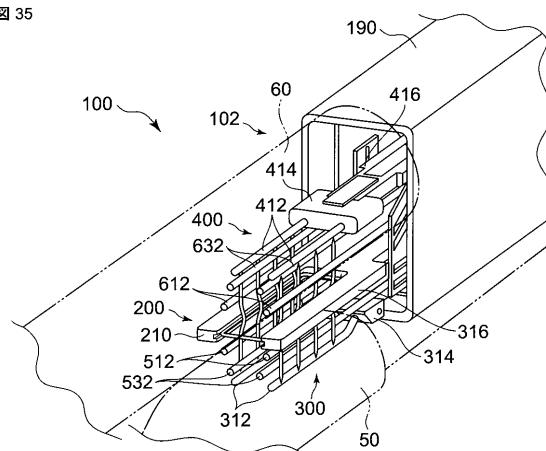
【図 3 4】

図34



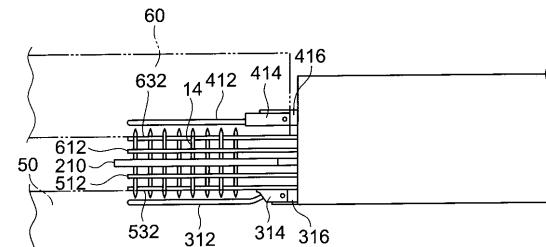
【図 3 5】

図35

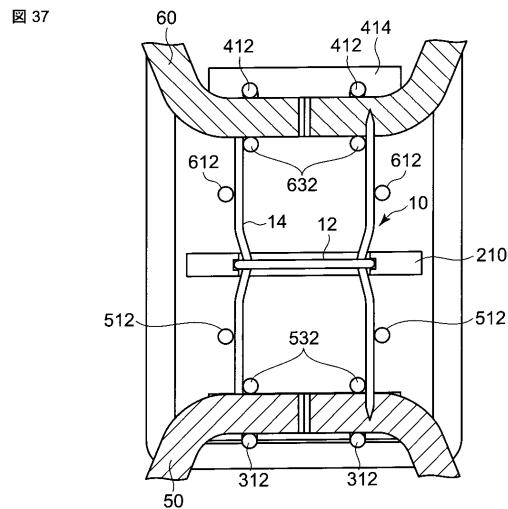


【図 3 6】

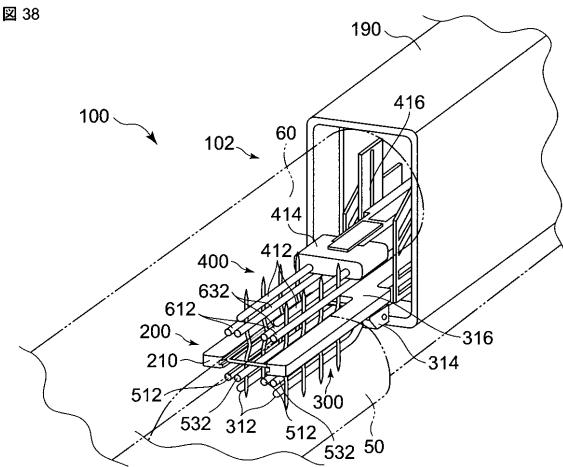
図36



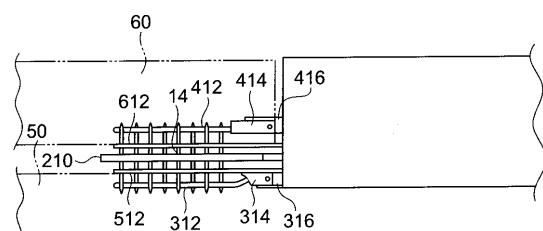
【図 3 7】



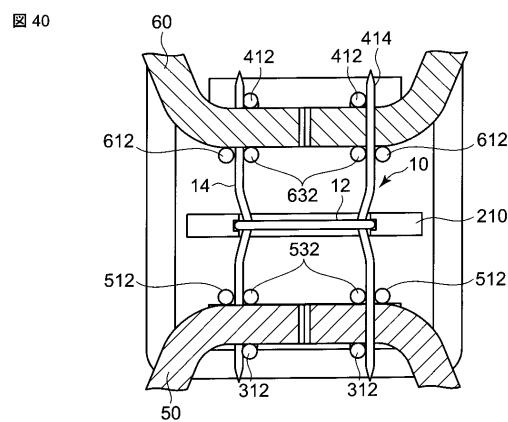
【図 3 8】



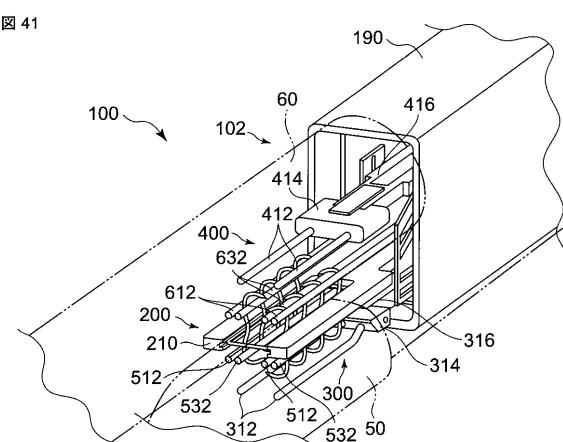
【図 3 9】



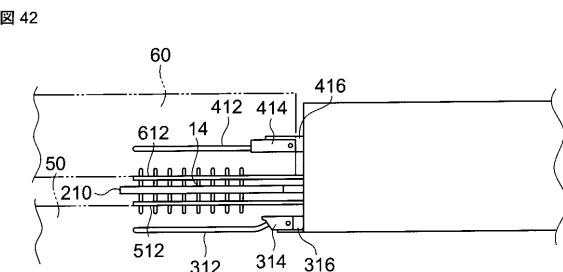
【図 4 0】



【図 4 1】

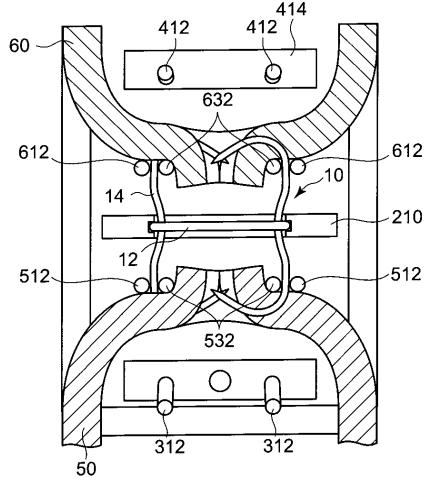


【図 4 2】



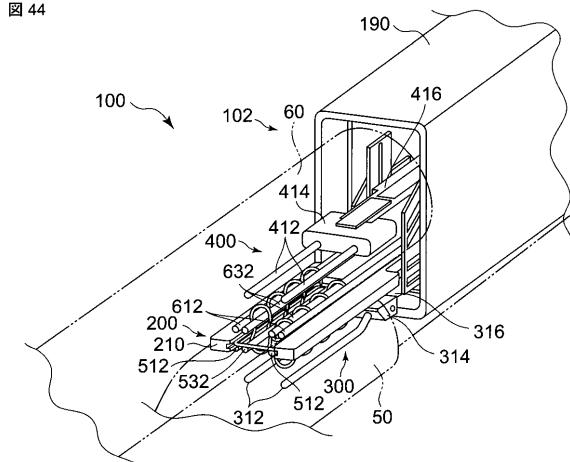
【図 4 3】

図 43



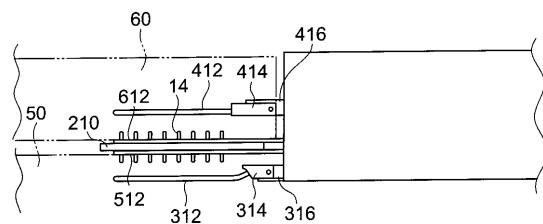
【図 4 4】

図 44



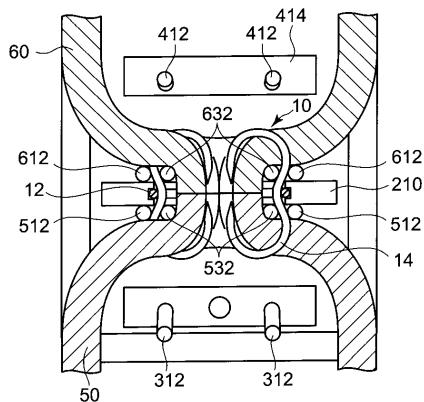
【図 4 5】

図 45



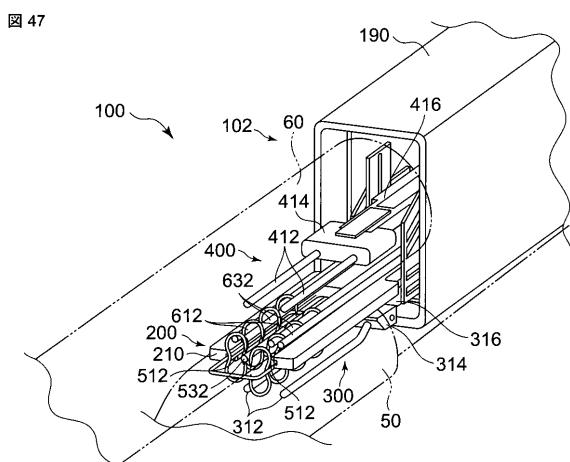
【図 4 6】

図 46



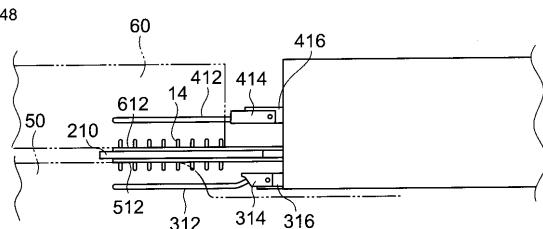
【図 4 7】

図 47

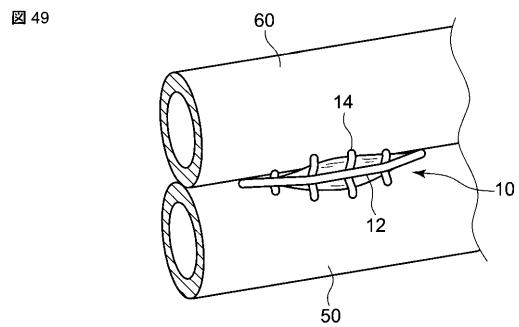


【図 4 8】

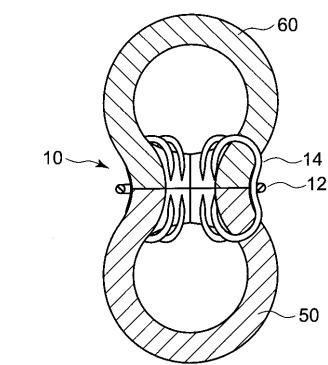
図 48



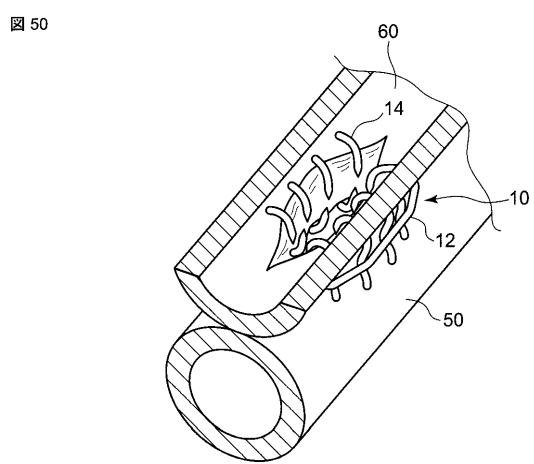
【図 4 9】



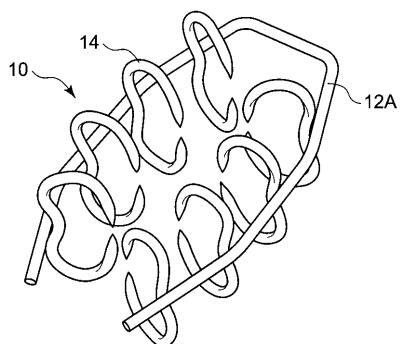
【図 5 1】



【図 5 0】



【図 5 2】



フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
(72)発明者 安田 守

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
Fターム(参考) 4C160 CC03 CC06 CC23 CC32 FF04 MM34