

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02014/010207

発行日 平成28年6月20日 (2016.6.20)

(43) 国際公開日 平成26年1月16日 (2014.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61M 25/00 (2006.01)	A61M 25/00 309Z	3C707
A61B 90/00 (2016.01)	A61B 19/00 502	4C161
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300B	4C167
B25J 13/08 (2006.01)	B25J 13/08 Z	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 90 頁)

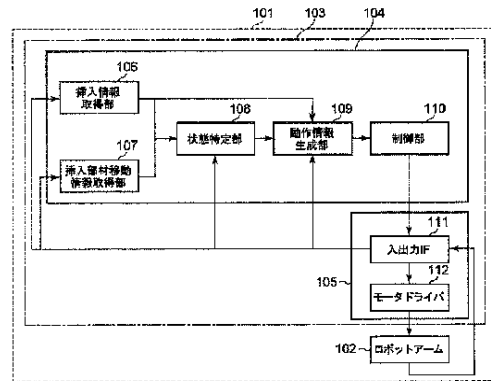
出願番号 特願2014-523864 (P2014-523864)	(71) 出願人 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2013/004147	(74) 代理人 100081422 弁理士 田中 光雄
(22) 国際出願日 平成25年7月4日 (2013.7.4)	(74) 代理人 100100158 弁理士 鮫島 睦
(11) 特許番号 特許第5676054号 (P5676054)	(74) 代理人 100091524 弁理士 和田 充夫
(45) 特許公報発行日 平成27年2月25日 (2015.2.25)	(72) 発明者 札幌 勇大 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(31) 優先権主張番号 特願2012-154847 (P2012-154847)	(72) 発明者 津坂 優子 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(32) 優先日 平成24年7月10日 (2012.7.10)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 挿入装置の制御装置及び作動方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路

(57) 【要約】

挿入装置の制御装置(104)であって、挿入部材(302)の状態を状態特定部(108)で特定し、状態に応じた振動制御を施すことによって、挿入部材の先端(302a)が詰まった場合において、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去する。



- 102 ROBOT ARM
- 106 INSERTION INFORMATION ACQUISITION UNIT
- 107 INSERTION MEMBER MOVEMENT INFORMATION ACQUISITION UNIT
- 108 STATE IDENTIFICATION UNIT
- 109 OPERATION INFORMATION GENERATION UNIT
- 110 CONTROL UNIT
- 111 I/O INTERFACE
- 112 MOTOR DRIVER

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置であって、前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御装置。

【請求項 2】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、前記挿入部材の前記非先端領域の移動動作の有無にかかわらず前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された、いずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 3】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第 1 先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (c) のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 4】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態及び (c) の第 1 先端領域移動状態の特定に加えて、

(d) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第 2 先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (d) のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 3 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 5】

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態である場合、前記挿入部材の振動が、前記挿入部材の挿入方向及び / 又は前記挿入部材の挿入方向を中心とする回転方向である前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 6】

前記動作情報生成部は、前記 (b) の第 2 先端停止状態の振動は、前記 (a) の第 1 先端停止状態の振動よりも、振動の振幅、振動の周期、又は、前進の比率のいずれかを大きくするように前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 7】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加え、

(o) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記 (a) の第 1 先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態、前記 (b) の第 2 先端停止状態、又は、前記 (o) の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 8】

さらに、

前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を時系列順に並べた状態遷移情報を生成し、生成された前記状態遷移情報を記憶する状態遷移記憶部を備え、

前記状態遷移記憶部は、前記状態遷移情報を生成するとき、

(A) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と異なる場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加する一方、

(B) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と同じ場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加しないととも、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、及び、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報を用いて、

(e) 前記状態遷移情報中の最新の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (c) の第 1 先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を振動させる状態であると特定し、

(f) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (c) の第 1 先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記 (e) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(g) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (b) の第 2 先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ 2 つ前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態である場合は、前記挿入部材を前記 (f) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(h) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (b) の第 2 先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ 2 つ前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記 (g) の状

10

20

30

40

50

態より大きく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)～(h)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項4に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項9】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、及び前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報を用いて、前記(e)～(h)の状態の特定に加え、

(i)前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(c)の第1先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を前記(a)の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

(j)前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(b)の第2先端停止状態、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(a)の第1先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記(h)の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(k)前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(d)の第2先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)～(k)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項8に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項10】

さらに、

下記(C)又は下記(D)に基づいて、前記状態特定部により特定された前記(e)～(k)の状態のいずれかの状態と、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報とを用いて、前記状態特定部により特定された前記(k)の状態以外の状態の時点における、振動制御を開始する時点での前記挿入部材の前記先端の移動の有無である制御開始状態情報を生成する制御開始状態特定部を備え、

前記制御開始状態特定部は、前記制御開始状態情報を生成するとき、

(C)前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(A)で、かつ前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(k)の状態以外で、かつ振動制御を開始する時点で前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(A)となるまでの間、前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合と比較して、前記挿入部材の振動を小さくする前記制御開始状態情報を生成し、

(D)前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(A)で、かつ前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(k)の状態以外で、かつ振動制御を開始する時点で前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(A)の状態となるまでの間、前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合と同様に、前記挿入部材を振動させる前記制御開始状態情報を生成し、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部により取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報、及び、前記制御開始状態特定部より取得した前記制御開始状態情報を用いて、

(l)前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態以外、かつ前記挿入部材の振動を開始する時点において前記挿入部材の先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を、前記(e)～(j)のいずれかの状態に従って振動させる状態であると特定し、

(m)前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態以外、かつ前記挿入部材の振動を開始する時点において前記挿入部材の先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を、前記(e)～(j)のいずれかの状態に従って、かつ前記(l)の状態よりそれぞれ小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(l)の状態又は前記(m)の状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

10

20

30

40

50

請求項 9 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 1】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部により取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報、及び前記制御開始状態特定部より取得した制御開始状態情報を用いて、前記(1)の状態又は前記(m)の状態の特定に加え、

(n)前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態の場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(1)～(n)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

10

請求項 10 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 2】

前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを大きくする追加振動情報を生成する追加振動情報生成部とを有して、

前記動作情報生成部は、前記追加振動情報生成部から取得した前記追加振動情報を、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための振動の情報に追加して、動作情報を生成する、

20

請求項 1 の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 3】

前記追加振動情報生成部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報が第一閾値を上回り、かつ前記第一閾値よりも大きい第二閾値を下回る場合において、前記追加振動情報を生成する、

請求項 1 2 の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 4】

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置を推定し、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置に応じて前記追加振動情報を生成して前記追加振動情報生成部に出力する挿入位置推定部を有して、

30

前記追加振動情報生成部は、前記挿入位置推定部から取得した前記追加振動情報を前記動作情報生成部に出力する、

請求項 1 2 の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 5】

前記挿入位置推定部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを小さくする追加振動情報を生成する

請求項 1 4 の挿入装置の制御装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 ～ 1 5 のいずれか 1 つに記載の挿入装置の制御装置を備える挿入装置。

【請求項 1 7】

40

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御方法であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を先端移動情報取得部で取得し、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を非先端領域移動情報取得部で取得し、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、状態特定部で、

(a)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端

50

の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記（a）の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定し、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を動作情報生成部で生成し、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御部で制御する、挿入装置の制御方法。

【請求項18】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムであって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

（a）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

（b）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記（a）の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御装置の制御プログラム。

【請求項19】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

（a）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

（b）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記（a）の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項20】

10

20

30

40

50

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御用集積電子回路であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御用集積電子回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体管の内部にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の動作を生成するための挿入装置の制御装置及び制御方法、挿入装置の制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、挿入装置の制御用集積電子回路に関する。

【背景技術】

【0002】

カテーテル又は内視鏡を使用した治療などにおいて、カテーテルなどを血管に挿入するとき、内視鏡の先端部の移動を検出し、先端部の移動量が鈍くなったときに先端の詰まりを検出する装置が提案されている（特許文献 1 参照）。この装置では、詰まりが検出された場合は、先端部を進行方向に振動制御させることによって、詰まりを除去し、移動を円滑にする。

【0003】

一方、ロボットによる剛体の対象物の挿入対象物に対する嵌合作業の例では、ロボットの先端速度が閾値を下回った場合、又は、ロボットの先端に取り付けた力センサの値が閾値を上回った場合に噛み付き状態を検出する装置が提案されている（特許文献 2 参照）。この装置では、噛み付き状態が検出された場合は、ロボットによって、挿入動作を継続するとともに、大きさと方向とが周期的に変化する振動力を加える。このように振動制御を加えることによって、嵌合作業時の噛付きを短い時間でより確実に解消する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 4 - 2 4 0 1 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 2 6 4 9 1 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 1 3 5 7 8 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 は、内視鏡の先端部のみを検出対象としているので、内視鏡の挿入作業において、内視鏡の先端部と手元部分との中間部分で撓んだ場合、挿入作業における「停止」

10

20

30

40

50

(内視鏡の先端部のみが移動せず、内視鏡の手元部分は移動する状態)と「完全停止」(内視鏡の先端部及び手元部分の両方が移動しない状態)との状態を区別出来ない。このため、それぞれの状態によって必要な振動の大きさが異なるにもかかわらず、これらの2つの状態を区別せずに同様な振動制御を行っており、どちらかの状態に振動の大きさを合わせると、詰まりが除去できない場合又は過負荷が生じる場合が生じる。

【0006】

特許文献2は、対象物が剛体のため、ロボットの手元のみを検出対象として、噛み付き状態を検出している。このため、対象物が柔軟物であり、中間部分で撓んだ場合には、「完全停止」(ロボットの手元と対象物との両方が移動しない状態)と「対象物のみ移動」(ロボットの手元が移動せず、対象物のみが移動する状態)との状態を区別出来ない。このため、これらの2つの状態を区別せずに同様な振動制御を行っており、前者の状態は制御の効かない状態であるので、振動制御を加えると、柔軟物が跳ねている状態を増幅するような作用が働き、危険な状態となる。

10

【0007】

特許文献3には、挿入操作等に対する挿入部の所定の応答動作状態に対応する挿入補助情報をより確実に確認できるようにした挿入モニタリング装置が単に開示されているだけで、振動制御との関係については全く開示されていない。

【0008】

本発明の目的は、このような課題に鑑みてなされたものであり、カテーテル又は内視鏡の挿入部材の挿入作業において、挿入部材の詰まりが検出された場合に、挿入部材の状態がいかなる状態においても、過負荷の生じない適切な振動の大きさで振動制御を行い、詰まりを除去することができる、挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記の目的を達成するために、本発明は以下のように構成する。

【0010】

本発明の第1態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置であって、

30

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

40

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御装置を提供する。

【0011】

これらの概括的かつ特定の態様は、システム、方法、コンピュータプログラム並びにシステム、方法及びコンピュータプログラムの任意の組み合わせにより実現してもよい。

50

【発明の効果】

【0012】

本発明の前記態様の挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

本発明のこれらと他の目的と特徴は、添付された図面についての好ましい実施形態に関連した次の記述から明らかになる。この図面においては、

【図1A】図1Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図1B】図1Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける入出力IFのブロック図であり、

【図2】図2は、本発明の第1実施形態のロボットにおける動作情報のデータ図であり、

【図3】図3は、本発明の第1実施形態における血管へのガイドワイヤの挿入方法の説明図であり、

【図4】図4は、本発明の第1実施形態のロボットにおける挿入情報のデータ図であり、

【図5A】図5Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける挿入状態の取得方法の説明図であり、

【図5B】図5Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける挿入状態の取得方法の説明図であり、

【図6】図6は、本発明の第1実施形態のロボットにおけるX線撮像装置による画像取得方法の説明図であり、

【図7】図7は、本発明の第1実施形態のロボットにおける挿入部材移動情報のデータ図であり、

【図8A】図8Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態を表す説明図であり、

【図8B】図8Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態を表す説明図であり、

【図8C】図8Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態を表す説明図であり、

【図8D】図8Dは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態を表す説明図であり、

【図8E】図8Eは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態を表す説明図であり、

【図9】図9は、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態特定部の特定方法のフローチャートであり、

【図10A】図10Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図10B】図10Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図10C】図10Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図10D】図10Dは、本発明の第1実施形態のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図11】図11は、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験の説明図であり、

【図12A】図12Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへ

10

20

30

40

50

の挿入実験における振動開始位置の説明図であり、

【図12B】図12Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における振動開始位置の説明図であり、

【図13】図13は、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における実験結果を示す図であり、

【図14A】図14Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動方向の説明図であり、

【図14B】図14Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動方向の説明図であり、

【図15A】図15Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動の大きさの説明図であり、

【図15B】図15Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動の大きさの説明図であり、

【図15C】図15Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動の大きさの説明図であり、

【図15D】図15Dは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動の大きさの説明図であり、

【図15E】図15Eは、本発明の第1実施形態のロボットにおける振動の大きさの説明図であり、

【図16A】図16Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験におけるパラメータごとの実験結果を示す図であり、

【図16B】図16Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験におけるパラメータごとの実験結果を示す図であり、

【図16C】図16Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験におけるパラメータごとの実験結果を示す図であり、

【図17A】図17Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるロボットアーム及び制御装置本体部の説明図であり、

【図17B】図17Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるロボットアームを用いた自動再生時の説明図であり、

【図17C】図17Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおけるロボットアームを用いた操作時の説明図であり、

【図18A】図18Aは、本発明の第1実施形態の1軸型ローラ式送り出し装置及び制御装置本体部の説明図であり、

【図18B】図18Bは、本発明の第1実施形態の1軸型ローラ式送り出し装置及び制御装置本体部の説明図であり、

【図18C】図18Cは、本発明の第1実施形態の2軸型ローラ式送り出し装置及び制御装置本体部の説明図であり、

【図19A】図19Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図19B】図19Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図19C】図19Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図19D】図19Dは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図20A】図20Aは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図20B】図20Bは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図20C】図20Cは、本発明の第1実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイ

10

20

30

40

50

ヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 2 0 D】図 2 0 D は、本発明の第 1 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 2 1】図 2 1 は、本発明の第 1 実施形態のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートであり、

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図 2 3 A】図 2 3 A は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図 2 3 B】図 2 3 B は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図 2 3 C】図 2 3 C は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図 2 3 D】図 2 3 D は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおける状態情報のデータ図であり、

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験の説明図であり、

【図 2 5 A】図 2 5 A は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における振動開始位置の説明図であり、

【図 2 5 B】図 2 5 B は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における振動開始位置の説明図であり、

【図 2 5 C】図 2 5 C は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における振動開始位置の説明図であり、

【図 2 6】図 2 6 は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における実験結果を示す図であり、

【図 2 7】図 2 7 は、本発明の第 1 実施形態の変形例のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートであり、

【図 2 8】図 2 8 は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図 2 9】図 2 9 は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態遷移情報のデータ図であり、

【図 3 0】図 3 0 は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態遷移情報の生成方法の説明図であり、

【図 3 1】図 3 1 は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 1 の進行」状態）の説明図であり、

【図 3 2 A】図 3 2 A は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 1 の停止」状態）の説明図であり、

【図 3 2 B】図 3 2 B は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 1 の停止」状態）の説明図であり、

【図 3 3 A】図 3 3 A は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 2 の停止」状態）の説明図であり、

【図 3 3 B】図 3 3 B は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 2 の停止」状態）の説明図であり、

【図 3 3 C】図 3 3 C は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 2 の停止」状態）の説明図であり、

【図 3 4】図 3 4 は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法（最新の状態が「第 2 の進行」状態）の説明図であり、

【図 3 5 A】図 3 5 A は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 5 B】図 3 5 B は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイ

10

20

30

40

50

ヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 5 C】図 3 5 C は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 6 A】図 3 6 A は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 6 B】図 3 6 B は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 6 C】図 3 6 C は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 6 D】図 3 6 D は、本発明の第 2 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 3 7】図 3 7 は、本発明の第 2 実施形態のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートであり、

【図 3 8】図 3 8 は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図 3 9】図 3 9 は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける制御開始状態情報の生成方法の説明図であり、

【図 4 0】図 4 0 は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける状態情報の生成方法の説明図であり、

【図 4 1】図 4 1 は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおけるワイヤのチューブへの挿入実験における実験結果を示す図であり、

【図 4 2 A】図 4 2 A は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 2 B】図 4 2 B は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 2 C】図 4 2 C は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（自動再生時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 3 A】図 4 3 A は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 3 B】図 4 3 B は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 3 C】図 4 3 C は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 3 D】図 4 3 D は、本発明の第 3 実施形態のロボットにおける血管へのガイドワイヤ挿入作業（操作時）の動作手順の説明図であり、

【図 4 4】図 4 4 は、本発明の第 3 実施形態のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートであり、

【図 4 5】図 4 5 は、本発明の第 4 実施形態のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図 4 6】図 4 6 は、本発明の第 4 実施形態のロボットにおける追加振動情報生成部のブロック図であり、

【図 4 7】図 4 7 は、本発明の第 4 実施形態のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートであり、

【図 4 8】図 4 8 は、本発明の第 5 実施形態のロボットにおけるロボットアームのブロック図であり、

【図 4 9】図 4 9 は、本発明の第 5 実施形態のロボットにおけるロボットアームの挿入位置 D B の説明図であり、

【図 5 0】図 5 0 は、本発明の第 5 実施形態のロボットの制御装置の操作手順におけるフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

以下に、本発明にかかる実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】

以下、図面を参照して本発明における実施形態を詳細に説明する前に、本発明の種々の態様について説明する。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 1 態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御装置を提供する。

【 0 0 1 7 】

本発明の前記第 1 態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 2 態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、前記挿入部材の前記非先端領域の移動動作の有無にかかわらず前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された、いずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第 1 の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【 0 0 1 9 】

本発明の前記第 2 態様によれば、先端の移動がある場合は振動させないので、先端が詰まらず挿入しているときに、生体管に負荷を掛けることを防ぐ。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 3 態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第 1 先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (d) のいずれ

10

20

30

40

50

かの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第1の状態に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0021】

本発明の前記第3状態によれば、挿入部材の先端領域の移動の有無と非先端領域の移動の有無とによって状態を3つに分け、状態ごとに振動を変化させることによって、生体管への負荷を提言することができる。

【0022】

本発明の第4状態によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態及び(c)の第1先端領域移動状態の特定に加えて、

(d)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第2先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)~(d)のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第3状態に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0023】

本発明の前記第4状態によれば、挿入部材の先端領域の移動の有無と非先端領域の移動の有無とによって状態を4つに分け、状態ごとに振動を変化させることによって、生体管への負荷を提言することができる。

【0024】

本発明の第5状態によれば、前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された状態が前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態である場合、前記挿入部材の振動が、前記挿入部材の挿入方向及び/又は前記挿入部材の挿入方向を中心とする回転方向である前記挿入装置の動作情報を生成する、

第1の状態に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0025】

本発明の前記第5状態によれば、振動方向を挿入方向と回転方向に限定するので、生体管に適切に振動を加えることができ、効率的に詰まりを除去することができる。

【0026】

本発明の第6状態によれば、前記動作情報生成部は、前記(b)の第2先端停止状態の振動は、前記(a)の第1先端停止状態の振動よりも、振動の振幅、振動の周期、又は、前進の比率のいずれかを大きくするように前記挿入装置の動作情報を生成する、

第1~5のいずれか1つの状態に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0027】

本発明の前記6状態によれば、振動方法を限定するので、効率的に詰まりを除去することができる。

【0028】

本発明の第7状態によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態の特定に加え、

(o)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記(a)の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態、前記(b)の第2先端停止状態、又は、前記(o)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第1の状態に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

本発明の前記第 7 態様によれば、挿入部材の非先端領域の移動が有り、かつ先端の移動が有る場合において振動を行うので、挿入時にスムーズに挿入することができる。

【 0 0 3 0 】

本発明の第 8 態様によれば、さらに、

前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を時系列順に並べた状態遷移情報を生成し、生成された前記状態遷移情報を記憶する状態遷移記憶部を備え、

前記状態遷移記憶部は、前記状態遷移情報を生成するとき、

(A) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と異なる場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加する一方、

(B) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と同じ場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加しないととも、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、及び、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報を用いて、

(e) 前記状態遷移情報中の最新の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (c) の第 1 先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を振動させる状態であると特定し、

(f) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (c) の第 1 先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記 (e) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(g) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (b) の第 2 先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ 2 つ前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態である場合は、前記挿入部材を前記 (f) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(h) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (b) の第 2 先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態であり、かつ 2 つ前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記 (g) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (e) ~ (h) の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第 4 の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【 0 0 3 1 】

本発明の前記第 8 態様によれば、状態遷移情報を生成し、状態遷移に応じて振動の大きさを変更するので、生体管に付加のかからない振動の大きさで効率的に挿入することができる。

【 0 0 3 2 】

本発明の第 9 態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、及び前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報を用いて、前記 (e) ~ (h) の状態の特定に加え、

(i) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (c) の第 1 先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を前記 (a) の第 1 先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

(j) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記 (b) の第 2 先端停止状態、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記 (h) の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(k) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(d)の第2先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)~(k)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第8の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0033】

本発明の前記第9態様によれば、第8態様に加え、細かく状態遷移を分け、振動を変化させているので、より効率的に挿入することができる。

【0034】

本発明の第10態様によれば、さらに、

下記(C)又は下記(D)に基づいて、前記状態特定部により特定された前記(e)~(k)の状態のいずれかの状態と、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報とを用いて、前記状態特定部により特定された前記(k)の状態以外の状態の時点における、振動制御を開始する時点での前記挿入部材の前記先端の移動の有無である制御開始状態情報を生成する制御開始状態特定部を備え、

前記制御開始状態特定部は、前記制御開始状態情報を生成するとき、

(C) 前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(A)で、かつ前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(k)の状態以外で、かつ振動制御を開始する時点で前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(A)となるまでの間、前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合と比較して、前記挿入部材の振動を小さくする前記制御開始状態情報を生成し、

(D) 前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(A)で、かつ前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(k)の状態以外で、かつ振動制御を開始する時点で前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(A)の状態となるまでの間、前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合と同様に、前記挿入部材を振動させる前記制御開始状態情報を生成し、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部により取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報、及び、前記制御開始状態特定部より取得した前記制御開始状態情報を用いて、

(l) 前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態以外、かつ前記挿入部材の振動を開始する時点において前記挿入部材の先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を、前記(e)~(j)のいずれかの状態に従って振動させる状態であると特定し、

(m) 前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態以外、かつ前記挿入部材の振動を開始する時点において前記挿入部材の先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を、前記(e)~(j)のいずれかの状態に従って、かつ前記(l)の状態よりそれぞれ小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(l)の状態又は前記(m)の状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第9の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0035】

本発明の前記第10態様によれば、振動制御開始状態を考慮し、開始時に移動がある場合は振動の大きさを小さくすることによって、生体管への負荷を小さくすることができる。

【0036】

本発明の第11態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部により取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報、及び前記制御開始状態特定部より取得した制御開始状態情報を用いて、前記(l)の状態又は前記(m)の状態の特定に加え、

(n) 前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(k)の状態の場合は、前記挿入部

10

20

30

40

50

材を振動させない状態であると特定し

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(1)~(n)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第10の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【0037】

本発明の前記第11態様によれば、第10態様に加え、細かく状態遷移を分け、振動を変化させているので、より生体管への負荷を小さくすることができる。

【0038】

本発明の第12態様によれば、前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを大きくする追加振動情報を生成する追加振動情報生成部とを有して、

前記動作情報生成部は、前記追加振動情報生成部から取得した前記追加振動情報を、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための振動の情報に追加して、動作情報を生成する、

第1態様の挿入装置の制御装置を提供する。

【0039】

本発明の第13態様によれば、前記追加振動情報生成部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報が第一閾値を上回り、かつ前記第一閾値よりも大きい第二閾値を下回る場合において、前記追加振動情報を生成する、

第12態様の挿入装置の制御装置を提供する。

【0040】

本発明の第12及び13態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入距離に応じて振動の大きさを変えることによって、挿入部材の先端の部分に正確に振動を伝えることができ、生体管での挿入部材の先端の部分の詰まりを除去することができる。

【0041】

本発明の第14態様によれば、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置を推定し、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置に応じて前記追加振動情報を生成して前記追加振動情報生成部に出力する挿入位置推定部を有して、

前記追加振動情報生成部は、前記挿入位置推定部から取得した前記追加振動情報を前記動作情報生成部に出力する、

第12態様の挿入装置の制御装置を提供する。

【0042】

本発明の第15態様によれば、前記挿入位置推定部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを小さくする追加振動情報を生成する

第14態様の挿入装置の制御装置を提供する。

【0043】

本発明の第14及び15態様によれば、挿入部材の挿入作業において、患者の体の挿入位置に応じて振動の大きさを変えることによって、患者又は部位ごとに振動の大きさを変えることができる。その結果、負荷の少ない正確な挿入作業が可能となる。

【0044】

本発明の第16態様によれば、第1~15のいずれか1つの態様に記載の挿入装置の制御装置を備える挿入装置を提供する。

【0045】

本発明の前記第16態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

本発明の第 1 7 態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御方法であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を先端移動情報取得部で取得し、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を非先端領域移動情報取得部で取得し、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、状態特定部で、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定し、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を動作情報生成部で生成し、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御部で制御する、挿入装置の制御方法を提供する。

【 0 0 4 7 】

本発明の前記第 1 7 態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【 0 0 4 8 】

本発明の第 1 8 態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムであって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御装置の制御プログラムを提供する。

【 0 0 4 9 】

本発明の前記第 1 8 態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

本発明の第 19 態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供する。

【 0 0 5 1 】

本発明の前記第 19 態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【 0 0 5 2 】

本発明の第 20 態様によれば、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御用集積電子回路であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御用集積電子回路を提供する。

【 0 0 5 3 】

本発明の前記第 20 態様によれば、挿入部材の挿入作業において、挿入部材が詰まった場合に、挿入部材の状態に応じて振動の大きさを調整し振動制御を施すことによって、過

10

20

30

40

50

負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去し、挿入作業を達成することができる。

【0054】

(第1実施形態)

図1Aは、本発明の第1実施形態における、挿入装置の一例としてのロボット101のブロック図を示す。図1Aにおいて、ロボット101は、ロボットアーム102と、挿入装置の制御装置の一例としてのロボットアーム102の制御装置103とで構成されて、ロボットアーム102のハンド1701(図8Aなど参照)で把持する挿入部材の一例であるカテーテル又は内視鏡の挿入部材を、血管などの生体管301の挿入対象に挿入するように動作制御する。なお、本発明の第1実施形態による挿入装置101は、ロボット

10

【0055】

<ロボットアーム102の制御装置103の説明>

ロボットアーム102の制御装置103は、制御装置本体部104と、周辺装置105とで構成されている。

【0056】

<制御装置本体部104の説明>

制御装置本体部104は、挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、状態特定部108と、動作情報生成部109と、制御部110とで構成されている。

【0057】

周辺装置105は、入出力IF(インターフェース)111と、モータドライバ112とで構成されている。それぞれの機能について、以下に説明する。

20

【0058】

ここで、生体管301の挿入対象に挿入装置101で挿入する挿入部材とは、カテーテル、ガイドワイヤ、内視鏡などの柔軟な対象物のことを表す。挿入する対象は、血管などの生体管301である。

【0059】

挿入情報取得部106は、非先端領域移動情報取得部の一例として機能し、後述するエンコーダ1715から入出力IF111を介して取得したロボットアーム102のハンド1701の位置情報及び姿勢情報と、入出力IF111に内蔵されたタイマーからの時間情報とが入力される。また、挿入情報取得部106は、入出力IF111から取得したハンド1701の位置情報及び姿勢情報を時間情報で微分することによって、速度情報及び角速度情報を取得する。図2は、挿入情報取得部106で取得する時間情報と、位置情報と、姿勢情報と、速度情報と、角速度情報とを示す。また、挿入情報取得部106は、速度情報又は角速度情報を用いて挿入情報(挿入部材の先端以外の非先端領域(例えば手元部分であるハンド1701での把持部分)の移動に関する非先端領域移動情報の一例)を生成する。挿入情報の生成方法は以下の通りである。挿入情報取得部106は、速度情報又は角度情報の絶対値が所定の閾値(例えば、速度情報では 0.03 mm/ms 、角速度情報では 0.003 rad/ms)未満の場合に挿入情報を0(挿入無しを意味する。)とし、速度情報又は角度情報の絶対値が閾値以上の場合に挿入情報を1(挿入有りを意味する。)とする。その際、閾値で判定する情報は、速度情報及び角速度情報の全情報を使用する場合、又は、速度情報における挿入方向の情報のみを使用する場合など、いかなる情報を使用することも可能である。ここで、挿入方向とは、例えば血管へのカテーテルの挿入作業において、図3に示すように血管301に対してカテーテルのガイドワイヤ302を挿入する例では、血管301の挿入口の断面301Aに対して垂直な方向301Bのことを表す。ここでのカテーテル挿入作業とは、ガイドワイヤ302を血管301に挿入する作業である。

30

40

【0060】

ここで、カテーテルとガイドワイヤ302の違いは、カテーテルは中が空洞になっている筒状の管であるのに対して、ガイドワイヤ302はワイヤであり、カテーテルの中を通

50

すのがガイドワイヤ302である。カテーテル挿入作業においては、カテーテルに先行してガイドワイヤ302を血管301に挿入し、その後、カテーテルがガイドワイヤ302に沿って血管301内に挿入する。

【0061】

閾値又は閾値判定に使用する情報は、入出力IF111を用いて操作者が挿入情報取得部106に入力することができる。図4は、挿入情報取得部106で取得する時間情報と、生成する挿入情報とを示す。

【0062】

挿入情報取得部106は、取得したロボットアーム102の挿入情報と、時間情報とを、状態特定部108に出力する。また、挿入情報取得部106は、取得したロボットアーム102のハンド1701の位置情報と、姿勢情報と、速度情報と、角速度情報と、時間情報とを動作情報生成部109に出力する。

【0063】

ここでは、ロボットアーム102のハンド1701の位置情報及び姿勢情報に基づき挿入情報（非先端領域移動情報）を挿入情報取得部106で取得したが、後述するX線撮像装置601で取得した画像を基に挿入情報（非先端領域移動情報）を挿入情報取得部106で取得することも可能である。この場合、挿入情報取得部106で、非先端領域の任意の1点を特徴点として抽出し、その特徴点の移動の有無を検出し、挿入情報を取得する。

【0064】

また、撮像画像による移動情報の取得方法は後述する（挿入部材移動情報取得部107で説明する）。撮像画像については、図5A及び図5Bに示す。図5Aから図5Bに移動した状態を示し、このときの特徴点（例えば、ガイドワイヤ302の軸方向沿いに形成した点線又はマーク）によって移動を判別する。ここでは、図中の符号Aの特徴点が挿入部材の先端の移動を示し、符号Bが挿入情報の移動を示す。ガイドワイヤ302の場合、先端の柔軟度が大きい部分を先端とし、柔軟度が小さい部分を挿入情報の移動とすることもできる。

【0065】

挿入部材移動情報取得部107は、先端移動情報取得部の一例として機能し、入出力IF111から挿入部材の先端の挿入部材移動情報（先端移動情報）を取得する。挿入部材の先端の移動情報の取得方法は、挿入部材の先端に位置センサ又は超音波振動子又は磁界発生源などを取り付けて測定する方法、又は、撮像装置を用いて挿入部材の先端の位置を測定する方法など様々な方法があるが、ここでは撮像装置を用いて測定する方法についてカテーテル挿入作業を例に用いて説明する。

【0066】

図6は、カテーテル挿入作業において、撮像装置の一例としてのX線撮像装置601を用いて、ガイドワイヤ302の先端を撮影している様子を示す。X線撮像装置601は、患者602の撮影対象部位を上下から挟み込むように、X線撮像装置601のX線発生部601aと、X線発生部601aから発生されたX線を検出するX線検出部601bとが配置されている。X線検出部601bは、X線検出部601bに接続されている。寝台600上の患者602の撮影対象部位に対して放射線（例えばX線）をX線発生部601aから照射し、X線検出部601bは、患者80を透過したX線画像を検出する。このとき検出された撮像画像は、X線撮像装置601から入出力IF111を介して挿入部材移動情報取得部107に出力される。挿入部材移動情報取得部107では、検出して取得した画像を基に挿入部材の先端が移動しているか停止しているかを判定する。この場合、ガイドワイヤ302の移動に伴い、X線撮像装置601を移動させる移動装置601Dとその移動制御部601Cとを備えるようにしてもよい。移動制御部601Cは、ロボットアーム102の制御装置103から取得したガイドワイヤ302の移動に関する情報を基に移動装置601Dを制御する。このように構成すれば、例えば、ガイドワイヤ302の先端302a又は先端302aの近傍などの所望の部分を撮影対象部位に設定することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

挿入部材移動情報取得部 1 0 7 における、挿入部材の先端の移動の判定方法について説明する。挿入部材移動情報取得部 1 0 7 において、入出力 I F 1 1 1 から取得した撮像画像から特徴描出（例えば、辺縁描出）し、挿入部材の先端位置を認識する。認識した先端位置を、ある一定時間毎（例えば、1 m s 毎）に挿入部材移動情報取得部 1 0 7 で比較し、認識した先端位置の変化が閾値（例えば、0 . 0 3 m m）以上である場合は移動ありと挿入部材移動情報取得部 1 0 7 で判定し、認識した先端位置の変化が閾値未満の場合は移動なしと挿入部材移動情報取得部 1 0 7 で判定する。

【 0 0 6 8 】

挿入部材移動情報取得部 1 0 7 は、挿入部材の先端が移動ありの場合は挿入部材移動情報を 1 とし、挿入部材の先端が移動なしの場合（停止している場合）は挿入部材移動情報を 0 とする。挿入部材移動情報が 1 の場合を動摩擦状態と呼び、挿入部材移動情報が 0 の場合を静止摩擦状態と呼ぶ。図 7 は、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 で取得する時間情報と、生成する挿入部材移動情報とを示す。この挿入部材移動情報は、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 の内蔵記憶部に記憶しておく。

10

【 0 0 6 9 】

挿入部材移動情報取得部 1 0 7 は、挿入部材移動情報と、時間情報とを、状態特定部 1 0 8 に出力する。

【 0 0 7 0 】

状態特定部 1 0 8 は、挿入情報取得部 1 0 6 から挿入情報と時間情報とを取得し、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 から挿入部材移動情報と時間情報とを取得し、取得した情報を基に、振動制御を行うか行わないかを特定するとともに、さらには、振動制御を行うと特定するときの振動の大きさを特定する。「振動制御」とは、挿入部材の詰まりを除去するために、ロボットアーム 1 0 2 の手先を振動させるように制御することである（詳細は、後述する）。

20

【 0 0 7 1 】

ロボットアーム 1 0 2 が行う挿入作業において、挿入情報が 1（ロボットアーム 1 0 2 の手先が動いている状態）か挿入情報が 0（ロボットアーム 1 0 2 の手先が止まっている状態）かと、挿入部材移動情報が 1（挿入部材の先端が動摩擦状態）か挿入部材移動情報が 0（挿入部材の先端が静止摩擦状態）かとの組み合わせで、合計 4 通りの状態が存在する。それぞれの状態について、以下に図 8 A ~ 図 8 E を用いて説明する。図 8 A ~ 図 8 E は、ロボットアーム 1 0 2 の手先のハンド 1 7 0 1（図 1 7 A 参照、詳細は後述する。）がガイドワイヤ 3 0 2 を把持し、血管 3 0 1 にガイドワイヤ 3 0 2 を挿入する作業を表す。

30

【 0 0 7 2 】

図 8 A は、図 8 B ~ 図 8 E の状態の前の状態であって、ロボットアーム 1 0 2 によりガイドワイヤ 3 0 2 の血管 3 0 1 に対する挿入作業を開始した状態である。ロボットアーム 1 0 2 のハンド 1 7 0 1 と共に、ハンド 1 7 0 1 に把持されたガイドワイヤ 3 0 2 は、血管 3 0 1 に対して矢印の方向に挿入する。

【 0 0 7 3 】

図 8 B は、図 8 A に続く状態であって、挿入情報が 1 であり、かつ挿入部材移動情報が 1 の状態を表す。すなわち、この状態は、ロボットアーム 1 0 2 のハンド 1 7 0 1 が挿入方向に移動すると共にガイドワイヤ 3 0 2 も移動する状態である。この状態を「第 1 の進行」状態（第 1 先端領域移動状態）と呼ぶ。「第 1 の進行」状態では、ハンド 1 7 0 1 が挿入方向に移動すると共に、血管 3 0 1 にガイドワイヤ 3 0 2 を沿わせながら挿入を行っている。また、血管 3 0 1 内でガイドワイヤ 3 0 2 がたわみながらガイドワイヤ 3 0 2 の血管 3 0 1 への挿入作業を行う場合もある。なお、挿入情報と挿入部材移動情報との組み合わせにより、この「第 1 の進行」状態を含む 4 つの状態を説明するとき、ハンド 1 7 0 1 の移動とガイドワイヤ 3 0 2 の移動についてのべているが、これは、一例であり、ガイドワイヤ 3 0 2 の移動の代わりに、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の移動としてもよ

40

50

く、ハンド1701の移動の代わりに、ガイドワイヤ302の先端以外の部分（非先端領域）（例えば、ハンド1701に把持された手元部分など）の移動としてもよい。

【0074】

図8Cは、図8Aに続く状態であって図8Bとは異なり、挿入情報が1であり、かつ挿入部材移動情報が0の状態を表す。すなわち、この状態は、ロボットアーム102のハンド1701が挿入方向に移動するが、ガイドワイヤ302は移動しない状態である。この状態を「第1の停止」状態（第1先端停止状態）と呼ぶ。「第1の停止」状態では、血管301にガイドワイヤ302の先端302a又は先端近傍部分302bが押し当たり、血管301内でガイドワイヤ302がたわむため、血管301内でガイドワイヤ302が移動せず、停止している。

10

【0075】

図8Dは、図8Aに続く状態であって図8B及び図8Cとは異なり、挿入情報が0であり、かつ挿入部材移動情報が0の状態を表す。すなわち、この状態は、ロボットアーム102のハンド1701が挿入方向に移動せず、ガイドワイヤ302も移動しない状態である。この状態を「第2の停止」（第2先端停止状態）状態と呼ぶ。「第2の停止」状態では、血管301にガイドワイヤ302の先端302a又は先端近傍部分302bが押し当たり、血管301内でガイドワイヤ302がたわみきり、ガイドワイヤ302が進まないため、ハンド1701も挿入方向に移動できない。

【0076】

図8Eは、図8Aに続く状態であって図8B～図8Dとは異なり、挿入情報が0であり、かつ挿入部材移動情報が1の状態を表す。すなわち、この状態は、ロボットアーム102のハンド1701が挿入方向に移動しないが、ガイドワイヤ302は血管301内を移動する状態である。この状態を「第2の進行」状態（第2先端領域移動状態）と呼ぶ。「第2の進行」状態では、血管301にガイドワイヤ302の中間部分302cが押し当たり、ハンド1701は挿入方向に移動できないが、ガイドワイヤ302の先端302a又は先端近傍部分302bのみ移動する。

20

【0077】

状態特定部108は、挿入情報取得部106のロボットアーム102の挿入情報と時間情報と挿入部材移動情報取得部107の挿入部材移動情報と時間情報とを基に、振動制御を行うか行わないかを特定するとともに、さらには、振動制御を行うと特定するときの振動の大きさを特定する手順について、図9のフローチャートを用いて説明する。

30

【0078】

まず、ステップS901では、状態特定部108が、挿入情報取得部106から挿入情報と時間情報と挿入部材移動情報取得部107から挿入部材移動情報と時間情報とを取得する。

【0079】

次いで、ステップS902では、挿入部材移動情報の値が0であると状態特定部108で判定する場合は、特定手順をステップS903に進め、挿入部材移動情報の値が1であると状態特定部108で判定する場合は、特定手順をステップS906に進める。つまり、状態特定部108は、ガイドワイヤ302の先端が静止摩擦状態の場合は、振動制御を行うと特定し、ガイドワイヤ302の先端が動摩擦状態の場合は、振動制御を行わないと特定する。

40

【0080】

ステップS903では、挿入情報の値が0であると状態特定部108で判定する場合は、特定手順をステップS904に進め、挿入情報の値が1であると状態特定部108で判定する場合は、特定手順をステップS905に進める。

【0081】

ステップS904では、状態特定部108は、振動制御を行うと特定するとともに、振動の大きさを特定する。このとき、振動の大きさは、ロボットアーム102の手先が止まっている状態（図9の第1振動状態V1）用として、その値を予め決めておき、この一連

50

の処理を終了する。

【0082】

ステップS905では、状態特定部108は、振動制御を行うと特定するとともに、振動の大きさを特定する。このとき、ロボットアーム102の手先が動いている状態(図9の第2振動状態V2)用として、その値を予め決めておき、この一連の処理を終了する。ここでは、状態特定部108においては、ロボットアーム102の手先が止まっている状態(図9の第1振動状態V1)の方が、ロボットアーム102の手先が動いている状態(図9の第2振動状態V2)と比較して、振動の大きさを大きくする。

【0083】

ステップS906では、状態特定部108は振動制御を行わないと特定し、この一連の処理を終了する。

10

【0084】

前記のフローチャートの処理を制御周期ごとに状態特定部108で行う。

【0085】

次に、状態特定部108で生成する状態情報について図10A~図10Dを用いて説明する。図10A~図10Dは、図8B~図8Eで説明したそれぞれの状態に対応している。状態情報は、挿入情報と、挿入部材移動情報と、制御情報と、振動情報とで構成され、適宜、状態特定部108の内部記憶部に記憶可能としている。

【0086】

図10Aは、図8Bの「第1の進行」状態に対応し、挿入部材移動情報が1であるため、状態特定部108で生成する制御情報が0となっており、振動制御を行わないと特定することを表す。「制御情報」とは、状態特定部108で生成されて、振動制御を行うか行わないかを特定する情報であり、1の場合は振動制御を行うと特定することを示し、0の場合は振動制御を行わないと特定することを示す。制御情報が0の場合は振動制御を行わないと特定するため、振動情報も0となっている。ここで、「振動情報」とは、振動制御を行う際の振動の大きさを表す情報であり、その値が大きい方が振動が大きいことを示す。

20

【0087】

図10Bは、図8Cの「第1の停止」状態に対応し、挿入部材移動情報が0であるため、状態特定部108で生成する制御情報が1となっており、振動制御を行うと特定することを表す。また、振動情報が15となっており、図10Cの振動情報の値の30と比較して小さくなっていることがわかる。例えば、振動の一例としては、振幅0.06mmの振動(反復)運動とする。この値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力することができる。ただし、図10Cの振動情報の値より大きな値を入力することはできない。

30

【0088】

図10Cは、図8Dの「第2の停止」状態に対応し、挿入部材移動情報が0であるため、状態特定部108で生成する制御情報が1となっており、振動制御を行うと特定することを表す。また、振動情報が30となっており、図10Bの振動情報の値の15と比較して大きくなっていることがわかる。例えば、振動の一例としては、振幅0.12mmの振動(反復)運動とする。この値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力することができる。ただし、図10Bの振動情報の値より小さな値を入力することはできない。

40

【0089】

図10Dは、図8Eの「第2の進行」状態に対応し、挿入部材移動情報が1であるため、状態特定部108で生成する制御情報が0となっており、振動制御を行わないと特定することを表す。制御情報が0の場合は、振動制御を行わないと特定するため、振動情報も0となっている。

【0090】

また、振動の大きさの最大値を入出力IF111を用いて操作者が状態特定部108に

50

入力することができる。例えば、振幅 0.3 mm と設定する。最大値の決定方法の一例としては、事前に模擬血管にて予備実験を行い、模擬血管に負荷のかからない最大の振幅を計測することによって算出する。その場合、この最大値を上回る大きさの振動が加わることがなくなる。

【0091】

ここでは、振動制御として、反復運動の振動を行うように、後述する制御部 110 で制御しているが、一定方向に移動の強弱をつけることも可能である。

【0092】

なお、振動の大きさについて、傷つきやすい部分の血管（例えば、毛細血管）では振動を小さくし、傷つきにくい部分の血管（例えば、大腿動脈）では振動の大きさを大きくするなど、部位に応じて振動の大きさを変更することも可能である。例えば、ガイドワイヤ 302 の先端 302 a が位置する部位に応じた振動情報を状態特定部 108 の内部記憶部に予め記憶させておけば、先に説明したように、X線撮像装置 601 を移動させる移動装置 601 D とその移動制御部 601 C とを備えて、ガイドワイヤ 302 の先端 302 a の位置の情報を取得できれば、その部位に応じて振動情報を自動的に変更することも可能となる。例えば、事前の X 線の診断によって、動脈硬化などの病変が発見された部位においては、振動の大きさを小さくすることも可能である。

【0093】

また、挿入作業の途中でガイドワイヤ又はカテーテルを変更する場合などは、その個体ごとに応じて（例えば、柔軟性の違い、外径の違いなどに応じて）、振動の大きさを変更することも可能である。この場合は、ガイドワイヤ又はカテーテルの個体ごとに応じた振動情報を状態特定部 108 の内部記憶部に予め記憶させておけば、ガイドワイヤ又はカテーテルの個体の変更の情報を操作者が入出力 IF 111 を用いて状態特定部 108 に入力すれば、その個体に応じて振動情報を自動的に変更することも可能となる。

【0094】

状態特定部 108 において、「第 2 の停止」状態の方が、「第 1 の停止」状態と比較して振動の大きさを大きくすることは、次のような実験を行った結果からも説明することができる。

【0095】

図 11 に示すように、模擬血管であるチューブ 1101 に対して、ハンド 1701 が把持した模擬ガイドワイヤであるワイヤ 1102 を挿入した。チューブ 1101 の形状は図 11 に示すような蛇行となっており、挿入が進むにつれて摩擦が大きくなり、進みにくくなる。チューブ 1101 の内径は 3.0 mm であり、ワイヤ 1102 の直径は 0.81 mm であった。ハンド 1701 を振動制御させてワイヤ 1102 を挿入方向に振動させた状態で、ワイヤ 1102 をチューブ 1101 に挿入させた。その際に、ワイヤ 1102 の振動を開始する位置をチューブ 1101 に内で変えつつ、ワイヤ 1102 のチューブ 1101 への挿入を行なった。ハンド 1701 に力センサ 1103 を配置して、振動開始位置を変更した場合における、力センサ 1103 で取得した力の大きさを比較した。振動制御時の振動の大きさは一定とした。振動開始位置は、図 11 に符号 A と符号 B とで示す 2 箇所とした。符号 A の振動開始位置は、図 12 A に示すようにワイヤ 1102 の先端 1102 a の位置が止まり、ハンド 1701 の位置も止まった「第 2 の停止」状態である。符号 B の振動開始位置は、図 12 B に示すようにワイヤ 1102 の先端 1102 a の位置が止まり、ハンド 1701 の位置は動いている「第 1 の停止」状態である。これらの 2 箇所の振動開始位置からハンド 1701 を振動制御させつつ挿入を行った結果を図 13 に示す。図 13 において、振動開始位置は、図 11 における符号 A の位置と、符号 B の位置とを示す。力の大きさ (N) は、図 12 A では、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が符号 A の位置を通過する時点での、力センサ 1103 で取得した値を示し、図 12 B では、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が符号 B の位置を通過する時点での、力センサ 1103 で取得した値を示す。測定した力の大きさが小さい方が小さな力で通過できていることを表す。図 13 を見ると、振動開始位置 B の方が、振動開始位置 A と比較して、力の大きさが小さいこ

10

20

30

40

50

とがわかる。このことは、「第1の停止」状態（符号Bの開始位置）で振動を開始した方が、「第2の停止」状態（符号Aの開始位置）で振動を開始する場合と比較して、同じ位置を通過するのに小さな振動で通過できることを示している。

【0096】

また、状態特定部108において、振動制御を行うと特定するとき、振動制御中に詰まりの除去判定を行い、振動制御の終了条件を追加することも可能である。「第1の停止」状態又は「第2の停止」状態において振動制御を施すことによって、詰まりが除去され「第1の進行」状態となった場合は、振動制御を停止する。しかしながら、「第1の停止」状態又は「第2の停止」状態において振動制御を施しても、詰まりが除去されない場合もある。この場合に振動制御を行い続けると、血管への負荷を増加させることとなり、危険である。その対策として、振動制御を開始してから、一定時間経過すると自動で振動制御を停止させる機能を追加することができる。一定時間の値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力することができる（例えば、5.0s）。ここで、詰まりが除去されたことの検出は、「第1の進行」状態に状態が遷移することにより検出する。また、同様に詰まりが除去されないことの検出は、所定時間、「第1の進行」状態に遷移せず、「第1の停止」状態又は「第2の停止」状態の状態であることにより検出する。

10

【0097】

状態特定部108は、図10A～図10Dの示すような状態情報を生成し、時間情報とともに動作情報生成部109に出力する。

【0098】

動作情報生成部109は、ロボットアーム102の自動再生時には、状態特定部108から状態情報と時間情報とを取得し、これらの情報及び動作情報生成部109の内部記憶部に記憶された教示時のロボットアーム102の動作情報とを基に、動作情報に振動制御を追加するか追加しないか、又、振動制御を追加するときの振動させるパラメータの大きさを決定し、決定した情報を含む動作情報を生成し、生成した動作情報を時間情報と共に制御部110に出力する。また、動作情報生成部109は、ロボットアーム102の操作時には、挿入情報取得部106から取得したロボットアーム102のハンド1701の位置情報と姿勢情報と速度情報と角速度情報と時間情報とに基づき、動作情報を生成する。また、動作情報生成部109は、動作情報に振動制御を追加するか追加しないか、又、振動制御を追加するときの振動させるパラメータの大きさを決定し、決定した情報を含む動作情報を生成する。動作情報は、動作情報生成部109の内部記憶部に適宜記憶されている。

20

30

【0099】

具体的には、状態特定部108から取得した状態情報における制御情報が0の場合は、動作情報生成部109は、振動制御を施さない動作情報を制御部110に出力する。状態特定部108から取得した状態情報における制御情報が1の場合は、動作情報生成部109は、振動制御を施す動作情報を制御部110に出力する。また、制御情報が1の場合は、動作情報生成部109は、振動情報を基に振動の大きさを決定する。

【0100】

振動の方向は、どの軸方向又は回転方向でも可能である。また、複数の方向に同時に振動させることも可能である。また、振動の回転方向も、正逆回転方向、いずれか一方の回転方向なども可能である。また、振動は、軸方向への前後運動と、正逆回転方向の運動と、いずれか一方への回転方向の運動とのいずれかの組み合わせでも可能である。例として、図14A及び図14Bを用いて、挿入方向と、挿入方向を中心軸とする回転方向とについて説明する。

40

【0101】

図14Aは、符号AAに示すように、ガイドワイヤ302を前後に振動することによって、ガイドワイヤ302の血管301に対する挿入方向に振動を行う。血管301に過負荷を作用させないため、振動の最初は、一旦、ガイドワイヤ302を後退させてから前後に振動させる。ガイドワイヤ302を挿入方向に振動させることの効果は、ガイドワイヤ

50

302が進行方向に進みやすいことである。図14Bは、符号ABに示すように、ガイドワイヤ302を回転方向に振動することによって、挿入方向を中心軸とする正逆回転方向に、ガイドワイヤ302の振動を行う。回転方向に振動させることの効果は、血管301への負荷が少なく、血管301を傷めにくいことである。

【0102】

次に、振動の大きさを変更する際に、変更するパラメータについて説明する。ここで、変更するパラメータとしては、振幅と、周期と、前進の比率とのうち少なくとも1つ以上のパラメータである。図15A～図15Dは、時間と、ロボットアーム102の手先位置の移動距離又は手先姿勢の回転角度との関係を表し、横軸が時間、縦軸が距離である。

【0103】

振幅は、図15Aの符号BAに示すように、振動する際の距離を表す。振動の大きさを大きくする場合には、振幅である距離を大きくする。

【0104】

周期は、図15Bの符号BBに示すように、振動する際の1サイクルの時間を表す。振動の大きさを大きくする場合には、周期である1サイクルの時間を短くする。

【0105】

前進の比率は、振幅の比率及び時間の比率により表される。図15Cに示すように、振幅の比率は、正方向の距離(図15C中の符号C1)と負方向の距離(図15C中の符号C2)との比率を表す。振幅の比率を大きくする場合には、正方向の距離の比率を大きくすることを表す。時間の比率は、図15Cに示すように、正方向の時間(図15C中の符号D1)と負方向の時間(図15C中の符号D2)の比率を表す。つまり、前進の比率を大きくするとは、正方向に進みやすくすることである。例えば、挿入方向に振動させている場合において、前進の比率を大きくした場合において、時間と挿入距離との関係は図15Dに示すように挿入距離が増加する。

【0106】

上述した3つのパラメータにおいて、重要度が高い順に並べると、前進の比率、振幅、周期の順になる。前進の比率を大きくすることの効果は、挿入方向に進みやすいことである。振幅を大きくすることの効果は、前進の比率の次に、挿入方向に進みやすいことである。周期を速くすることの効果は、血管301への負荷が少なく、血管301を傷めにくいことである。

【0107】

また、図15A～図15Dについて、振動の開始時は挿入方向に対して後退する方向(縦軸の負の方向)から振動させているが、挿入方向から振動させることも可能である。また、図15Eに示すように、振動開始時の振動の振幅を他の時間の振動の振幅よりも小さくすることも可能である。

【0108】

振幅と周期と前進の比率との3つのパラメータのそれぞれについて、振動を大きくした場合の効果、図11で示した実験を用いて説明する。ここでは、振幅と、周期と、前進の比率と、をそれぞれ変更して実験を行った結果を図16A～図16Cに示す。ハンド1701を振動制御させてワイヤ1102をチューブ1101に対して挿入を行う。ここでは、振動開始位置は位置Bとする。振幅と、周期と、前進の比率とのそれぞれのパラメータを大きい場合と小さい場合との2通りに変化させて実験を行った。実験開始時は、図12Bに示すような、停止状態から開始した。ワイヤ1102がチューブ1101の途中で詰まって進まなくなるまでの挿入距離を比較する。ここで、「挿入距離」とは、詰まって進まなくなるまでの距離を意味する。

【0109】

振幅を変更した場合、実験結果を図16Aに示す。このとき、振幅が小さいときは0.6mmであり、振幅が大きいときは3.6mmである。また、周期が共に60msであり、前進の比率に関して振幅の比率が共に正方向：負方向が2：1であり、時間の比率が共に正方向：負方向が1：1である。図16Aを見ると、振幅が大きい場合の方が、振幅が

10

20

30

40

50

小さい場合と比較して、挿入距離が長いことがわかる。

【0110】

また、周期を変更した場合、実験結果を図16Bに示す。このとき、周期が速いときは30msであり、周期が遅いときは120msである。また、振幅が共に1.8mmであり、前進の比率に関して振幅の比率が共に正方向：負方向が2：1であり、時間の比率が共に正方向：負方向が1：1である。図16Bを見ると、周期が速い場合の方が、周期が遅い場合と比較して、挿入距離が長いことがわかる。

【0111】

また、前進の比率を変更した場合、実験結果を図16Cに示す。このとき、前進の比率が大きいときの比率は、振幅が6：1であり、時間が3：1である。前進の比率が小さいときの比率は、振幅が12：1であり、時間が6：1である。図16Cを見ると、比率が大きい場合の方が、比率が小さい場合と比較して、挿入距離が大きいことがわかる。

10

【0112】

これらの振動方向又は変更するパラメータは、操作者が入出力IF111を用いて動作情報生成部109に入力し、動作情報生成部109でパラメータを決定することができる。

【0113】

また、動作情報生成部109における動作情報の生成方法を説明する。動作情報の生成方法は、ロボットアーム102の自動再生時と操作時とで異なる。

【0114】

「自動再生」とは、教示された動作をロボットアーム102が自動で再生することを表し、図17Bにロボットアーム102による自動再生の例を示す。

20

【0115】

「操作」とは、操作者が手2001でロボットアーム102を把持して操作することを表し、図17Cにロボットアーム102の操作例を示す。

【0116】

ロボットアーム102の自動再生時は、動作情報生成部109の内部記憶部に記憶された教示時のロボットアーム102の動作情報を基に、動作情報を動作情報生成部109で生成する。状態特定部108からの情報に基づき振動制御を行わない場合は、教示時の動作情報をそのまま動作情報として動作情報生成部109で生成する。状態特定部108からの情報に基づき振動制御を行う場合は、教示時の動作情報に振動制御の動作情報を追加した情報を、動作情報として動作情報生成部109で生成する。

30

【0117】

ロボットアーム102の操作時は、挿入情報取得部106から入力されるハンド1701の位置情報と姿勢情報と速度情報と角速度情報と時間情報とを基に、動作情報を動作情報生成部109で生成する。状態特定部108からの情報に基づき振動制御を行わない場合は、挿入情報取得部106から入力されるハンド1701の位置情報と姿勢情報と速度情報と角速度情報と時間情報とをそのまま動作情報として動作情報生成部109で生成する。状態特定部108からの情報に基づき振動制御を行う場合は、挿入情報取得部106から入力されるハンド1701の位置情報と姿勢情報と速度情報と角速度情報と時間情報とに振動制御の動作情報を追加した情報を、動作情報として生成する。

40

【0118】

自動再生のモード（自動再生モード）と操作のモード（操作モード）とは、操作者が入出力IF111を用いて選択することができる。なお、マスタスレーブ装置の構成である場合においても、基にする動作情報がマスタロボットアームの動作情報と変わること、上述した同様の生成方法で動作情報を生成することが可能である。マスタスレーブ装置においても、自動再生モードと操作モードとの両方が存在する。

【0119】

動作情報生成部109は、振動制御を行うか行わないか又は振動させるパラメータの大きさを決定し、動作情報を生成し、時間情報とともに制御部110に出力する。

50

【 0 1 2 0 】

制御部 1 1 0 は、動作情報生成部 1 0 9 から動作情報と時間情報とを取得し、これらの情報に基づいて、ロボットアーム 1 0 2 の動作を制御する。制御部 1 1 0 においては、入力された動作情報を、入出力 I F 1 1 1 に内蔵されたタイマーを利用して、ある一定時間毎（例えば、1 m s 毎）に、入出力 I F 1 1 1 に出力して、ロボットアーム 1 0 2 の動作を制御する。

【 0 1 2 1 】

< 周辺装置の説明 >

図 1 7 A に示すように、入出力 I F 1 1 1 は、制御部 1 1 0 から入力された動作情報をモータドライバ 1 1 2 に出力する。また、入出力 I F 1 1 1 には、位置情報及び姿勢情報として、エンコーダ 1 7 1 5 の内部の演算部で算出して出力するエンコーダ 1 7 1 5 からの情報が入力される。エンコーダ 1 7 1 5 から入出力 I F 1 1 1 に入力されたロボットアーム 1 0 2 の（主としてハンド 1 7 0 1 の）位置情報及び姿勢情報と入出力 I F 1 1 1 に内蔵されたタイマーからの時間情報とを、制御部 1 1 0 から挿入情報取得部 1 0 6 に出力する。

10

【 0 1 2 2 】

また、入出力 I F 1 1 1 は、X 線撮像装置 6 0 1 から入出力 I F 1 1 1 で取得した撮像画像を、時間情報と共に、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 に出力する。また、入出力 I F 1 1 1 は、図 1 B に示すように、入力部 1 1 6 A と出力部 1 1 6 B とによって構成される。入力部 1 1 6 A は、入力 I F（インターフェース）となっており、キーボード又はマウス又はタッチパネル又は音声入力などにより操作者が、選択すべき情報を選択する場合、又は、キーボード又はマウス又はタッチパネル又は音声入力などにより操作者が数字を入力する場合などに用いられる。出力部 1 1 6 B は、出力 I F（インターフェース）となっており、取得した情報又は選択すべき情報などを外部に出力する場合又はディスプレイなどに表示する場合などに用いられる。

20

【 0 1 2 3 】

モータドライバ 1 1 2 は、入出力 I F 1 1 1 から取得した動作情報を基に、ロボットアーム 1 0 2 の動作を制御するために、ロボットアーム 1 0 2 のそれぞれの関節部のモータ 1 7 1 4（図 1 7 A 参照）への指令値をロボットアーム 1 0 2 に出力する。

【 0 1 2 4 】

< ロボットアームの説明 >

ロボットアーム 1 0 2 において、入出力 I F 1 1 1 に内蔵されたタイマーを利用して、ある一定時間毎（例えば、1 m s 毎）に、ロボットアーム 1 0 2 の動作情報を、ロボットアーム 1 0 2 の各エンコーダ 1 7 1 5 の内部の演算部で求めて、各エンコーダ 1 7 1 5 から入出力 I F 1 1 1 に出力する。また、ロボットアーム 1 0 2 は、モータドライバ 1 1 2 からの指令値に従って制御される。

30

【 0 1 2 5 】

これらの詳細については、以下に、図 1 7 A を用いて説明する。ロボットアーム 1 0 2 は、一例として、合計 6 個の軸周りに回転可能として 6 自由度の多リンクマニピュレータを構成している。

40

【 0 1 2 6 】

図 1 7 A に示すように、ロボットアーム 1 0 2 は、一例として、多関節ロボットアームであって、具体的には、6 自由度の多リンクのマニピュレータである。

【 0 1 2 7 】

ロボットアーム 1 0 2 は、ハンド 1 7 0 1 と、ハンド 1 7 0 1 が取り付けられている手首部 1 7 0 2 を先端 1 7 0 3 a に有する前腕リンク 1 7 0 3 と、前腕リンク 1 7 0 3 の基端 1 7 0 3 b に回転可能に先端 1 7 0 4 a が連結される上腕リンク 1 7 0 4 と、上腕リンク 1 7 0 4 の基端 1 7 0 4 b が回転可能に連結支持される台部 1 7 0 5 とを備えている。台部 1 7 0 5 は、一定位置に固定されているが、図示しないレールに移動可能に連結されていても良い。

50

【0128】

手首部1702は、第4関節部1709と、第5関節部1710と、第6関節部1711との3つの互いに直交する回転軸を有しており、前腕リンク1703に対するハンド1701の相対的な姿勢（向き）を変化させることができる。すなわち、図17Aにおいて、第4関節部1709は、手首部1702に対するハンド1701の横軸周りの相対的な姿勢を変化させることができる。第5関節部1710は、手首部1702に対するハンド1701の、第4関節部1709の横軸とは直交する縦軸周りの相対的な姿勢を変化させることができる。第6関節部1711は、手首部1702に対するハンド1701の、第4関節部1709の横軸及び第5関節部1710の縦軸とそれぞれ直交する横軸周りの相対的な姿勢を変化させることができる。前腕リンク1703の他端1703bは、上腕リンク1704の先端1704aに対して第3関節部1708周りに、すなわち、第4関節部1709の横軸と平行な横軸周りに回転可能とする。上腕リンク1704の他端は、台部1705に対して第2関節部1707周りに、すなわち、第4関節部1709の横軸と平行な横軸周りに回転可能とする。さらに、台部1705の上側可動部1705aは、台部1705の下側固定部1705bに対して第1関節部1706周りに、すなわち、第5関節部1710の縦軸と平行な縦軸周りに回転可能としている。

10

【0129】

この結果、ロボットアーム102は、合計6個の軸周りに回転可能として前記6自由度の多リンクマニピュレータを構成している。

【0130】

ロボットアーム102の各軸の回転部分を構成する各関節部には、関節部駆動用のモータ1714のような回転駆動装置と、モータ1714の回転軸の回転位相角（すなわち関節角）を検出して、検出した情報をエンコーダ1715の内部の演算部で算出して位置情報及び姿勢情報として出力するエンコーダ1715（実際には、ロボットアーム102の各関節部の内部に配設されている。）とを備えている。モータ1714（実際には、ロボットアーム102の各関節部の内部に配設されている。）は、各関節部を構成する一对の部材（例えば、回動側部材と、該回動側部材を支持する支持側部材）のうち一方の部材に備えられて、モータドライバ112により駆動制御される。各関節部一方の部材に備えられたモータ1714の回転軸が、各関節部の他方の部材に連結されて、前記回転軸を正逆回転させることにより、他方の部材を一方の部材に対して各軸周りに回転可能とする。

20

30

【0131】

また、1712は、台部1705の下側固定部1705bに対して相対的な位置関係が固定された絶対座標系であり、1713は、ハンド1701に対して相対的な位置関係が固定された手先座標系である。絶対座標系1712から見た手先座標系1713の原点位置 O 。 (x, y, z) をロボットアーム102の手先位置とするとともに、絶対座標系1712から見た手先座標系1713の姿勢をロール角とピッチ角とヨー角とで表現した $(\theta_r, \theta_p, \theta_y)$ をロボットアーム102の手先姿勢（姿勢情報）とし、手先位置及び姿勢ベクトルをベクトル $r = [x, y, z, \theta_r, \theta_p, \theta_y]^T$ と定義する。よって、一例として、絶対座標系1712のz軸に対して第1関節部1706の縦軸が平行であり、絶対座標系1712のx軸に対して第2関節部1707の横軸が平行に位置可能とする。また、一例として、手先座標系1713のx軸に対して第4関節部1709の横軸が平行に位置可能であり、手先座標系1713のy軸に対して第6関節部1711の横軸が平行に位置可能であり、手先座標系1713のz軸に対して第5関節部1710の縦軸が平行に位置可能とする。なお、手先座標系1713のx軸に対しての回転角をヨー角とし、y軸に対しての回転角をピッチ角とし、z軸に対しての回転角をロール角とする。

40

【0132】

なお、本発明の第1実施形態による挿入装置は、ロボットアーム102である必要はなく、後述するローラなどの装置においても構成可能である。また、6軸動作する必要もなく、1軸以上の動作を行うならば何軸でも可能である。ただし、挿入装置は、挿入方向に

50

動作する必要がある。ここでは、図18A及び図18Bを用いて、挿入装置の別の2つの例として、挿入方向の1軸のみ動作するローラ式送り出し装置と、挿入方向と挿入方向を軸にする回転方向の2軸動作するローラ式送り出し装置とについて説明する。

【0133】

図18Aは、挿入方向の1軸のみ動作するローラ式送り出し装置1801を示す。上側ローラ(第1ローラ)1802と下側ローラ(第2ローラ)1803とでガイドワイヤ302などの挿入部材を把持し、ローラ1802, 1803の動作を制御することによって、ガイドワイヤ302を送り出す(図18B参照)。ここで、制御するローラは、上側ローラ1802と下側ローラ1803とのどちらでも可能である。制御するローラには、ロボットアーム102の関節部と同様に、モータ1714とエンコーダ1715とが配置されて、ロボットアーム102の場合と同様にモータドライバ112で制御されている。上側ローラ1802と下側ローラ1803とは、回転可能に台部1805で支持されている。

10

【0134】

図18Cは、挿入方向と、挿入方向を中心軸にする回転方向との2軸方向に動作する、別のローラ式送り出し装置1801Bを示す。挿入部材の把持方法及び送り出し方法は、図18Aで説明した1軸型ローラ式送り出し装置1801と同様である。1軸型との違いは、第3のローラ1804を有し、第3ローラ1804で上側ローラ1802と下側ローラ1803とで構成される送り出しユニット1806を、挿入方向を中心軸として、中心軸回りに回転制御することができる。第3ローラ1804にはブラケット1806aが固定され、ブラケット1806aには、上側ローラ1802と下側ローラ1803とが回転可能に支持されている。第3ローラ1804には、ロボットアーム102の関節部と同様に、モータ1714とエンコーダ1715とが配置されて、ロボットアーム102の場合と同様にモータドライバ112で制御されている。第3ローラ1804は、回転可能に台部1805で支持されている。このことによって、挿入方向に加えて、挿入方向を中心軸とする回転方向にも、挿入部材の動作を制御することが可能となる。

20

【0135】

図18A~図18Cで示すようなローラ式送り出し装置1801, 1801Bを用いることによって、把持対象となる挿入部材が非常に長い長尺物である場合に、常に、ローラ1802, 1803, 1804は同じ位置で挿入部材を把持しなおすことなく送り出すことが可能となる。ロボットアーム102の場合は、ハンド1701で挿入部材を把持するため、ロボットアーム102の可動範囲を超える長い挿入部材を挿入するとき、ハンド1701で挿入部材を把持する位置を変更し把持しなおす必要がある。

30

【0136】

上述した点が、ローラ式送り出し装置1801, 1801Bを用いることの効果である。

【0137】

また、振動制御を行う一例として、ハンド1701に超音波振動子1716などを配置し、超音波振動子1716を振動させることによって振動制御を行う。

【0138】

また、振動のオンオフ、大きさの制御のための信号は、入出力IF111から超音波振動子1716などに入力する。他にも、ロボットアーム102の動作制御を行うことによって、振動を追加することも可能である。

40

【0139】

<動作手順の説明>

第1実施形態における挿入装置による挿入部材の挿入手順を、自動再生時と操作時とのそれぞれについて説明する。

【0140】

自動再生モードか操作モードかのモードの選択は、入出力IF111を用いて操作者が動作情報生成部109に、いずれを選択するかを情報を入力することでできる。

50

【 0 1 4 1 】

< 自動再生時の説明 >

自動再生時は、動作情報生成部 1 0 9 の内部記憶部に記憶された教示時のロボットアーム 1 0 2 の動作情報を基に、制御部 1 1 0 でロボットアーム 1 0 2 の動作を制御する。制御部 1 1 0 の制御の下に、振動制御を行わない場合は、教示時の動作を制御部 1 1 0 で行い、振動制御を行う場合は、教示時の動作に振動を追加した動作を制御部 1 1 0 で行う。

【 0 1 4 2 】

ハンド 1 7 0 1 で把持したガイドワイヤ 3 0 2 を血管 3 0 2 に自動再生によって挿入する挿入手順を、図 1 9 A ~ 図 1 9 D のそれぞれ異なる状態を用いて説明する。

【 0 1 4 3 】

図 1 9 A は、制御部 1 1 0 で教示データの再生を開始した時点である。この時点では、挿入情報及び挿入部材移動情報は共に 1 であり、振動制御は行わず、教示時のデータを動作情報生成部 1 0 9 で動作情報として生成して制御部 1 1 0 で再生している。また、自動再生時には、再生開始時に、この例では、人が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 において振動制御モードがオンとしている。

【 0 1 4 4 】

ここで、「振動制御モード」とは、状態特定部 1 0 8 において振動制御を行うか行わないかの特定を行うモードのことである。状態特定部 1 0 8 において振動制御モードがオンであると判定する場合は、振動制御を行うか行わないかを状態特定部 1 0 8 で特定するが、状態特定部 1 0 8 において振動制御モードがオフであると判定する場合は、振動制御を行わないモードであり、振動制御を行う条件を満たしていても振動制御を行わない（つまり、状態特定部 1 0 8 において状態情報として、制御情報を 0 とし、振動情報を 0 とする）と状態特定部 1 0 8 で特定する。自動再生時には、再生開始時に振動制御モードはオンとなっていると状態特定部 1 0 8 で判定するが、入出力 I F 1 1 1 を用いて振動制御モードをオンにするタイミングを操作者が状態特定部 1 0 8 に入力することもできる。

【 0 1 4 5 】

また、図 1 9 B は、制御部 1 1 0 による教示データの再生中に、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a が血管 3 0 1 に詰まり、先端 3 0 2 a の移動が止まった時点である。この時点は、挿入情報は 1 であるが、挿入部材移動情報が 0 となり、制御部 1 1 0 により振動制御を開始する時点である。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 0 となり、制御情報が 1 である状態情報が状態特定部 1 0 8 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御を開始する動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御が開始される。この状態は、「第 1 の停止」状態であるため、振動の大きさは小さい。

【 0 1 4 6 】

一方、図 1 9 C は、制御部 1 1 0 による教示データの再生中に、教示データの再生に加えて、制御部 1 1 0 で振動制御を行っている時点である。ここでは、制御部 1 1 0 で、ガイドワイヤ 3 0 2 に対して挿入方向の振動制御を行っている。

【 0 1 4 7 】

また、図 1 9 D は、制御部 1 1 0 による教示データの再生中に振動制御を行った結果、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去でき、先端 3 0 2 a の移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 となり、制御部 1 1 0 で振動制御は行わない。また、図 1 9 C で行った振動制御を行う際に、状態特定部 1 0 8 において、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 0（「第 2 の停止」状態）と判定した場合は、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去できないと状態特定部 1 0 8 で判定し、振動の大きさを「第 2 の停止」状態のときの大きさ（例えば、図 1 0 C における振動情報が 3 0）にして振動制御を続けることとなる。

【 0 1 4 8 】

以上のように、自動再生時では、制御部 1 1 0 で振動制御を行ってガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりを除去する。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 9 】

< 操作時の説明 >

操作時は、動作情報生成部 1 0 9 から入力される動作情報を基に、制御部 1 1 0 でロボットアーム 1 0 2 の動作を制御する。振動制御を行わない場合は、動作情報生成部 1 0 9 から入力される動作情報に基づく動作を制御部 1 1 0 で行う一方、振動制御を行う場合は、動作情報生成部 1 0 9 から入力される動作情報に基づく動作に振動を追加した動作を制御部 1 1 0 で行う。

【 0 1 5 0 】

操作時の操作方法は、図 2 0 A ~ 図 2 0 D に示すように、操作者の手 2 0 0 1 が、ロボットアーム 1 0 2 の前腕リンク 1 7 0 3 に取り付けられた前腕用力センサ 2 0 0 2 を把持する。操作者の手 2 0 0 1 がロボットアーム 1 0 2 に加えた力の大きさを前腕リンク用力センサ 2 0 0 2 で計測し、前腕リンク用力センサ 2 0 0 2 で計測した力の値は、入出力 I F 1 1 1 を介して動作情報生成部 1 0 9 に入力される。入力された力の値に応じてロボットアーム 1 0 2 の移動量を生成する。一例として、入力された力の値にゲインを掛けた値をロボットアーム 1 0 2 の手先の移動量として導出する。その結果、前腕リンク用力センサ 2 0 0 2 で計測した力の値に応じて、ロボットアーム 1 0 2 の動作を制御部 1 1 0 で制御する例である。

10

【 0 1 5 1 】

また、操作時は、振動制御モードのオン又はオフは、入出力 I F 1 1 1 を用いて操作者が状態特定部 1 0 8 に入力することができる。操作者は、操作開始時に振動制御モードをオンとするように状態特定部 1 0 8 に設定することも可能である。

20

【 0 1 5 2 】

図 2 0 A は、操作者の手 2 0 0 1 がロボットアーム 1 0 2 の操作を開始した時点である。この時点では、挿入情報及び挿入部材移動情報は共に 1 であり、振動制御は行わず、操作者の手 2 0 0 1 の操作どおりの動作を制御部 1 1 0 で行っている。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 1 であり、制御情報が 0 である状態情報が状態特定部 1 0 8 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御無しの動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御無しでロボットアーム 1 0 2 の動作が開始される。また、操作者はこの時点で入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 において振動制御モードをオンとしている。

30

【 0 1 5 3 】

図 2 0 B は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a が血管 3 0 1 に詰まり、先端 3 0 2 a の移動が止まった時点である。この時点は、挿入情報は 1 であるが、挿入部材移動情報が 0 となり、制御部 1 1 0 により振動制御を開始する時点である。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 0 となり、制御情報が 1 である状態情報が状態特定部 1 0 8 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御を開始する動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御が開始される。この状態は、「第 1 の停止」状態であるため、振動の大きさは小さい。

40

【 0 1 5 4 】

一方、図 2 0 C は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、操作者の手 2 0 0 1 が行う操作に加えて、制御部 1 1 0 で振動制御を行っている時点である。ここでは、制御部 1 1 0 で、ガイドワイヤ 3 0 2 に対して挿入方向の振動制御を行っている。

【 0 1 5 5 】

また、図 2 0 D は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、振動制御を行った結果、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去でき、先端 3 0 2 a の移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 となり、制御部 1 1 0 で振動制御は行わない。また、図 2 0 C で行った振動制御を行う際に、状態特定部 1 0 8 において、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 0 (「第 2 の停止

50

」状態)と判定した場合は、ガイドワイヤ302の先端302aの詰まりが除去できないと状態特定部108で判定し、振動の大きさを「第2の停止」状態のときの大きさ(例えば、図10Cにおける振動情報が30)にして振動制御を続けることとなる。

【0156】

以上のように、操作時では、制御部110で振動制御を行ってガイドワイヤ302の先端302aの詰まりを除去する。

【0157】

なお、ここでは、カテーテル挿入作業におけるガイドワイヤ302の血管301への挿入を例に説明したが、対象物はフレキシブル基板のコネクタへの挿入などいかなる挿入部材においても可能である。

【0158】

次に、第1実施形態のロボットアーム102の制御装置103の操作手順を図21のフローチャートを用いて説明する。

【0159】

まず、ステップS2101では、入出力IF111において、入出力IF111から状態特定部108に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップS2102に進め、入力されたモードが、操作モードの場合は、操作手順をステップS2103に進める。

【0160】

ステップS2102では、動作情報生成部109において、動作情報生成部109の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0161】

ステップS2103では、動作情報生成部109において、挿入情報取得部106から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0162】

ステップS2104では、状態特定部108において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部108で判定する。状態特定部108において、振動制御モードがオンであると判定する場合には、操作手順をステップS2105に進める。状態特定部108において、振動制御モードがオフであると判定する場合には、操作手順をステップS2110に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力される情報で選択する。また、このような選択ができる理由は、操作者の意思によって、操作者のみで挿入作業を行う場合と、振動制御を加えて挿入作業を行う場合とを選択することを操作者が可能にするためである。

【0163】

ステップS2105では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から挿入情報を取得し、挿入部材移動情報取得部107から挿入部材移動情報を取得し、操作手順をステップS2106に進める。

【0164】

ステップS2106では、状態特定部108において、挿入部材移動情報取得部107から取得した挿入部材移動情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2107に進め、挿入部材移動情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2110に進める。

【0165】

ステップS2107では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から取得した挿入情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2108に進め、挿入情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2109に進める。

【0166】

ステップS2108では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさはステップS21

10

20

30

40

50

09の場合と比較して大きくする(図21の第1状態)。その後、操作手順をステップS2111に進める。

【0167】

ステップS2109では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさはステップS2108の場合と比較して小さくする(図21の第2状態)。その後、操作手順をステップS2111に進める。

【0168】

ステップS2110では、状態特定部1008において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。

10

【0169】

ステップS2111では、動作情報生成部1009において、状態特定部1008から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は振動制御の動作情報を追加して動作情報を生成する。動作情報生成部1009において、振動制御を行わない場合は取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部1009から制御部110に動作情報を出し、制御部110において取得した動作情報に基づいてロボットアーム102の動作を制御する。

【0170】

(変形例)

第1実施形態の変形例として、状態特定部108の機能に加えて、「第1の進行」状態(挿入情報:1、挿入部材移動情報:1)においても振動制御を施す機能を有する。

20

【0171】

変形例のロボット101のブロック図を図22に示す。変形例のロボット101におけるロボットアーム102と、周辺装置105と、制御装置本体部104のうちの挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、動作情報生成部109と、制御部110とは第1実施形態と同様であるので、共通の参照符号を付して共通部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ、以下、詳細に説明する。

【0172】

状態特定部2201は、第1実施形態の状態特定部108に代えて、制御装置本体部104に備えられ、第1実施形態における状態特定部108の機能に加えて、「第1の進行」状態(挿入情報:1、挿入部材移動情報:1)においても振動制御を施す機能を有する。以下に追加機能について説明する。

30

【0173】

「第1の進行」状態(挿入情報:1、挿入部材移動情報:1)においても振動制御を施すことについて説明する。第1実施形態においては、挿入部材移動情報が0である状態(「第1の停止」状態と「第2の停止」状態)においてのみ、振動制御を行っている。それに対して、第1実施形態の変形例においては、前記2つの状態に加えて、「第1の進行」状態においても、振動制御を行う。ただし、「第2の進行」状態(挿入情報:0、挿入部材移動情報:1)では、第1実施形態と同様に振動制御を行わない。この「第2の進行」状態では、制御が効かない状態であり、挿入部材が跳ねるなどの現象が生じるため、振動制御を加える場合と加えない場合とを比較すると、振動制御を加える場合の方がより危険な状態となるからである。

40

【0174】

図23A~図23Dを用いて状態情報を説明する。図23A~図23Dは、図8B~図8Eで説明したそれぞれの状態に、順に対応している。

【0175】

図23Aは、図8Bの状態に対応しており、挿入情報が1であり、かつ挿入部材移動情報が1の「第1の進行」状態である。このため、制御情報が1となっており、振動制御を行うことを表す。また、振動情報が5となっており、図23B及び図23Cの振動情報の値と比較して小さくなっていることがわかる。例えば、振動の一例としては、振幅0.0

50

2 mmの振動（反復）運動とする。この値は、操作者が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 に入力することができる。ただし、図 2 3 B 及び図 2 3 C の振動情報の値より大きな値を入力することはできない。図 2 3 A の制御情報が 1 となっていることが、第 1 実施形態の変形例の特徴である。

【 0 1 7 6 】

図 2 3 B は、図 8 C の状態に対応しており、挿入情報が 1 であり、かつ挿入部材移動情報が 0 の「第 1 の停止」状態である。このため、制御情報が 1 となっており、振動制御を行うことを表す。また、振動情報が 1 5 となっており、図 2 3 A の振動情報の値と比較して大きく、図 2 3 C の振動情報の値と比較して小さくなっていることがわかる。例えば、振動の一例としては、振幅 0 . 0 6 mm の振動（反復）運動とする。この値は、操作者が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 に入力することができる。ただし、図 2 3 A の振動情報の値より小さな値を入力することはできないとともに、図 2 3 C の振動情報の値より大きな値を入力することはできない。

10

【 0 1 7 7 】

図 2 3 C は、図 8 D の状態に対応しており、挿入情報が 0 であり、かつ挿入部材移動情報が 0 の「第 2 の停止」状態である。このため、制御情報が 1 となっており、振動制御を行うことを表す。また、振動情報が 3 0 となっており、図 2 3 A 及び図 2 3 B の振動情報の値と比較して大きくなっていることがわかる。例えば、振動の一例としては、振幅 0 . 1 2 mm の振動（反復）運動とする。この値は、操作者が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 に入力することができる。ただし、図 2 3 A 及び図 2 3 B の振動情報の値より小さな値を入力することはできない。

20

【 0 1 7 8 】

図 2 3 D は、図 8 E の状態に対応しており、挿入情報が 0 であり、かつ挿入部材移動情報が 1 の「第 2 の進行」状態である。このため、制御情報が 0 となっており、振動制御を行わないことを表す。

【 0 1 7 9 】

ここで、状態特定部 2 2 0 1 において、「第 1 の進行」状態の方が、「第 1 の停止」状態又は「第 2 の停止」状態と比較して、振動の大きさを小さくすることは、次のような実験を行った結果からも説明することができる。

【 0 1 8 0 】

図 1 1 で説明したワイヤ 1 1 0 2 をチューブ 1 1 0 1 に挿入する実験において、図 2 4 の符号 C で示すような振動開始位置を追加する。符号 A の振動開始位置が、図 2 5 A で示す「第 2 の停止」状態である。符号 B の振動開始位置が、図 2 5 B で示す「第 1 の停止」状態である。これに対して、符号 C の振動開始位置は、図 2 5 C に示すようにワイヤ 1 1 0 2 の先端 1 1 0 2 a の位置が動き、ハンド 1 7 0 1 の位置も動く、「第 1 の進行」状態を表す。「第 1 の進行」状態を追加した合計 3 箇所の振動開始位置からハンド 1 7 0 1 をそれぞれ振動させて挿入を行った 3 つの実験の結果を、図 2 6 に示す。ワイヤ 1 1 0 2 がチューブ 1 1 0 1 の途中で詰まって進まなくなるまでの挿入距離を比較する。

30

【 0 1 8 1 】

図 2 6 において、振動開始位置は、図 2 4 における符号 A、符号 B、符号 C の値を示す。挿入距離（mm）は、ワイヤ 1 1 0 2 がチューブ 1 1 0 1 に対して挿入した距離を示し、その距離が長い方が奥まで挿入されたことを表す。図 2 6 を見ると、振動開始位置 C の方が、振動開始位置 A 又は振動開始位置 B と比較して、挿入距離が長いことがわかる。このことは、「第 1 の進行」状態で振動を開始した方が、「第 1 の停止」状態又は「第 2 の停止」状態で振動を開始する場合と比較して、振動で奥まで挿入できることを示している。すなわち、符号 A の振動開始位置及び符号 B の振動開始位置から振動を開始することは、符号 C の振動開始位置で振動を開始しないことであり、図 2 6 において、符号 A の振動開始位置及び符号 B の振動開始位置の場合と、符号 C の振動開始位置の場合とを比較して、符号 C の振動開始位置の場合の方が挿入距離が長く、振動で奥まで挿入しやすいことを意味している。

40

50

【 0 1 8 2 】

第 1 実施形態の変形例のロボットアーム 1 0 2 の制御装置 1 0 3 の操作手順を図 2 7 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 1 8 3 】

ステップ S 2 1 0 1 では、入出力 I F 1 1 1 において、入出力 I F 1 1 1 から状態特定部 1 0 8 に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップ S 2 1 0 2 に進め、入力されたモードが操作モードの場合は、操作手順をステップ S 2 1 0 3 に進める。

【 0 1 8 4 】

ステップ S 2 1 0 2 では、動作情報生成部 1 0 9 において、動作情報生成部 1 0 9 の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップ S 2 1 0 4 に進める。

10

【 0 1 8 5 】

ステップ S 2 1 0 3 では、動作情報生成部 1 0 9 において、挿入情報取得部 1 0 6 から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップ S 2 1 0 4 に進める。

【 0 1 8 6 】

ステップ S 2 1 0 4 では、状態特定部 1 0 8 において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部 1 0 8 で判定する。状態特定部 1 0 8 において、振動制御モードがオンであると判定する場合には、操作手順をステップ S 2 1 0 5 に進め、振動制御モードがオフであると判定する場合には、操作手順をステップ S 2 1 1 0 に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 1 0 8 に入力される情報で選択する。

20

【 0 1 8 7 】

ステップ S 2 1 0 5 では、状態特定部 2 2 0 1 において、挿入情報取得部 1 0 6 から挿入情報を取得し、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 から挿入部材移動情報を取得し、操作手順をステップ S 2 7 0 1 に進める。

【 0 1 8 8 】

ステップ S 2 7 0 1 では、状態特定部 2 2 0 1 において、挿入情報取得部 1 0 6 から取得した挿入情報の値が 0 であり、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 から取得した挿入部材移動情報の値が 1 である、「第 2 の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップ S 2 1 1 0 に進め、「第 2 の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップ S 2 7 0 2 に進める。

30

【 0 1 8 9 】

ステップ S 2 1 1 0 では、状態特定部 2 2 0 1 において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップ S 2 1 1 1 に進める。

【 0 1 9 0 】

ステップ S 2 7 0 2 では、状態特定部 2 2 0 1 において、挿入情報取得部 1 0 6 から取得した挿入情報の値が 1 であり、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 から取得した挿入部材移動情報の値が 1 である、「第 1 の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップ S 2 7 0 3 に進める。状態特定部 2 2 0 1 において、「第 1 の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップ S 2 7 0 4 に進める。

40

【 0 1 9 1 】

ステップ S 2 7 0 3 では、状態特定部 2 2 0 1 において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップ S 2 1 1 1 に進める。ここでの振動の大きさは他のステップの場合と比較して最も小さくする（図 2 7 の状態 3）。

【 0 1 9 2 】

ステップ S 2 7 0 4 では、状態特定部 2 2 0 1 において、挿入情報取得部 1 0 6 から取得した挿入情報の値が 1 であり、挿入部材移動情報取得部 1 0 7 から取得した挿入部材移動情報の値が 0 である、「第 1 の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップ S 2 7 0 5 に進める。また、状態特定部 2 2 0 1 において、挿入情報取得部 1 0 6 から

50

取得した挿入情報の値が0であり、挿入部材移動情報取得部107から取得した挿入部材移動情報の値が0である、「第2の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS2706に進める。

【0193】

ステップS2705では、状態特定部2201において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS2703の場合より大きく、ステップS2706の場合より小さくする(図27の第2状態)。

【0194】

ステップS2706では、状態特定部2201において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは他のステップの場合と比較して最も大きくする(図27の第1状態)。

【0195】

ステップS2111では、動作情報生成部1009において、状態特定部2201から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は振動制御の動作情報を追加し動作情報を生成する。動作情報生成部1009において、振動制御を行わない場合は、取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部1009から制御部110に動作情報を出し、制御部110において取得した動作情報に基づいてロボットアーム102の動作を制御する。

【0196】

《第1実施形態の効果》

ガイドワイヤ302などの挿入部材の挿入作業において、ガイドワイヤ302の先端302aが詰まった場合において、ガイドワイヤ302の状態を状態特定部108で特定し、状態に応じた血管301に過度な負荷がかからない大きさの振動制御を施すことによって、過負荷の生じない大きさの振動で詰まりを除去することができる。具体的には、ガイドワイヤ302の4つの状態(「第1の進行」状態と「第1の停止」状態と「第2の停止」状態と「第2の進行」状態)に区別し、それぞれの状態に応じて振動をガイドワイヤ302に加えるか又は加えないかを自動的に判定して制御することで、血管301に過度な負荷を与えずに詰まりを除去することができる。ここで、「第1の進行」状態とは、挿入部材の先端以外の部分(非先端領域)(例えば、手元の部分、ただし、手元に限定せず、先端以外であればどの部分でも良い。)が移動すると共に挿入部材の先端も移動する状態、具体的には、ハンド1701が挿入方向に移動すると共にガイドワイヤ302も移動する状態である。また、「第1の停止」状態とは、挿入部材の先端以外の部分が移動するが、挿入部材の先端は移動しない状態、具体的には、ハンド1701が挿入方向に移動するが、ガイドワイヤ302は移動しない状態である。また、「第2の停止」状態とは、挿入部材の先端以外の部分が移動せず、挿入部材の先端も移動しない状態、具体的には、ハンド1701が挿入方向に移動せず、ガイドワイヤ302も移動しない状態である。また、「第2の進行」状態とは、挿入部材の先端以外の部分が移動しないが、挿入部材の先端は移動する状態、具体的には、ハンド1701が挿入方向に移動しないが、ガイドワイヤ302は移動する状態である。

【0197】

(第2実施形態)

図28は、本発明の第2実施形態における挿入装置の一例としてのロボット101Bのブロック図を示す。本発明の第2実施形態の挿入装置の制御装置の一例としてのロボットアーム102の制御装置103Bとしては、制御装置本体部104Bに、状態遷移記憶部2801と状態特定部2802とを備えることを特徴としている。本発明の第2実施形態のロボット101Bにおけるロボットアーム102と、周辺装置105と、制御装置103Bの制御装置本体部104Bのうちの挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、動作情報生成部109と、制御部110とは第1実施形態と同様であるので、共通の参照符号を付して共通部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ、以下、詳

10

20

30

40

50

細に説明する。

【0198】

状態遷移記憶部2801は、状態特定部2802から、挿入情報と、挿入部材移動情報と、時間情報とを取得し、状態遷移情報を生成し、生成した状態遷移情報を状態特定部2802に出力する。図29は、状態遷移記憶部2801で生成する状態遷移情報を示す。状態遷移情報では、挿入情報と、挿入部材移動情報とが時系列順に並んでおり、最新の情報が最も後ろ（一例として、図29の一番下の列）に記憶されている。図29で示す状態遷移情報では、状態が、

「第1の進行」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：1）

「第1の停止」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：0）

「第2の停止」状態（挿入情報：0、挿入部材移動情報：0）

「第1の停止」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：0）

と遷移し、最新の状態は「第1の停止」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：0）である。

【0199】

状態遷移記憶部2801における状態遷移情報の生成方法を、図30を用いて説明する。状態遷移記憶部2801で記憶している状態遷移情報（図30中の「記憶している状態遷移情報」の表を参照）が図29で示す状態遷移情報の場合、最新の状態は「第1の停止」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：0）である。この最新の状態と、状態特定部2802から取得した挿入情報及び挿入部材移動情報とを状態遷移記憶部2801で比較する。比較した結果、最新の状態（「第1の停止」状態）と状態特定部109から取得した情報（「第1の停止」状態）とが同じであると状態遷移記憶部2801で判定する場合は、状態遷移情報について何もしない（図30中の「生成する状態遷移情報A」の表を参照）。最新の状態（「第1の停止」状態）と状態特定部109から取得した状態（「第1の進行」状態）とが異なると状態遷移記憶部2801で判定する場合は、状態遷移情報に取得した挿入情報と挿入部材移動情報とを順番に（一番下の列に）追加する（図30中の「生成する状態遷移情報B」の表を参照）。

【0200】

状態遷移記憶部2801は、生成した状態遷移情報を状態特定部2802に出力する。

【0201】

状態特定部2802は、状態特定部2201に代えて制御装置本体部104Bに備えられ、第1実施形態における状態特定部2201の機能に加えて、状態遷移情報に基づいて振動の大きさを変更する機能を有する。以下に追加機能について説明する。

【0202】

状態特定部2802において、状態遷移情報に基づいて振動の大きさを変更することについて説明する。状態特定部2802は、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報に基づいて状態情報を生成する。以下に、状態特定部2802による状態情報の生成方法について説明する。生成方法としては、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報の最新の状態ごとに方法が異なる。

【0203】

最新の状態が、「第1の進行」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：1）の場合について、図31を用いて説明する。取得した状態遷移情報の最新の状態が「第1の進行」状態の場合（図31の左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）は、振動制御を行うため、状態特定部2802において制御情報を1とする。また、状態特定部2802において、振動の大きさは、最新の状態に至るまでの状態遷移にかかわらず一定の値（例えば、5）とする（図31の右側の「生成する状態情報」の表を参照）。振動の一例としては、振幅0.02mmの振動（反復）運動とする。ただし、この振動の大きさは、最新の状態が「第1の停止」状態又は「第2の停止」状態の場合の振動情報と比較して、小さな値にする必要がある。この値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部2802に入力することができる。ただし、操作者は、図32A、図32B、図33A～図

10

20

30

40

50

3 3 Cの振動情報の値より大きな値を入力することはできない。

【0204】

最新の状態が、「第1の停止」状態（挿入情報：1、挿入部材移動情報：0）の場合について、図32A、図32Bを用いて説明する。

【0205】

取得した状態遷移情報の最新の状態が「第1の停止」状態の場合（図32Aの左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）は、振動制御を行うため制御情報を1とする。また、振動の大きさは、最新の状態の直前の状態によって振動情報の値を変える（図32Aの右側の「生成する状態情報」の表を参照）。最新の状態の直前の状態より前の状態は考慮しない。最新の状態の直前の状態が「第1の進行」状態の場合（図32Bの左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）は、最新の状態の直前の状態が「第1の進行」状態以外の状態の場合（図32Aの左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）と比較して、振動の大きさを小さくする（図32Bの右側の「生成する状態情報」の表を参照）。ここでは、例として、図32Aの場合は振動情報を15（例えば、振幅0.06mmの振動（反復）運動）とし、図32Bの場合は振動情報を10（例えば、振幅0.04mmの振動（反復）運動）とする。このことは、たわみの小さな状態から振動制御を開始する場合の方が、たわみの大きな状態から振動を開始する場合と比較して、小さな振動で詰まりを除去できることに起因する。また、ここでの振動情報の値は、最新の状態が「第1の進行」状態の場合より大きな値で、最新の状態が「第2の停止」状態の場合より小さな値にする必要がある。この振動情報の値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部2802に入力することができる。ただし、この振動情報の値としては、図31の振動情報の値より小さな値又は、図33A～図33Cの振動情報の値より大きな値を入力することはできない。

10

20

【0206】

最新の状態が、「第2の停止」状態（挿入情報：0、挿入部材移動情報：0）の場合について、図33A～図33Cを用いて説明する。

【0207】

取得した状態遷移情報の最新の状態が「第2の停止」状態の場合（図33A～図33Cの左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）は、振動制御を行うため、状態特定部2802において制御情報を1とする。また、振動の大きさは、最新の状態の直前の状態と最新の状態の2つ前の状態とによって振動情報の値を変える（図33A～図33Cの右側の「生成する状態情報」の表を参照）。最新の状態の2つ前の状態より前の状態は考慮しない。状態特定部2802において、最新の状態の直前の状態が「第1の停止」状態の場合（図33B及び図33C）は、最新の状態の直前の状態が「第1の停止」状態以外の状態の場合（図33A（例えば、振幅0.12mmの振動（反復）運動））と比較して、振動の大きさを小さくする。さらに、状態特定部2802において最新の状態の直前の状態が「第1の停止」状態である場合において、最新の状態の2つ前の状態が「第1の進行」状態の場合（図33C（例えば、振幅0.08mmの振動（反復）運動））は、最新の状態の2つ前の状態が「第1の進行」状態以外の状態の場合（図33B（例えば、振幅0.10mmの振動（反復）運動））と比較して、振動の大きさを小さくする。このことは、たわみの小さな状態から振動制御を開始する場合の方が、たわみの大きな状態から振動を開始する場合と比較して、小さな振動で詰まりを除去できることに起因する。また、ここでの振動情報の値は、最新の状態が「第1の進行」状態の場合又は「第1の停止」状態の場合より大きな値にする必要がある。この振動情報の値は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部2802に入力することができる。ただし、振動情報の値としては、図31、図32A、図32Bの振動情報の値より小さな値を入力することはできない。

30

40

【0208】

最新の状態が、「第2の進行」状態（挿入情報：0、挿入部材移動情報：1）の場合について、図34を用いて説明する。取得した状態遷移情報の最新の状態が「第2の進行」

50

状態の場合（図34の左側の「取得した状態遷移情報」の表の最下欄を参照）は、振動制御を行わないため制御情報を0とする。また、振動情報も0とする（図34の右側の「生成する状態情報」の表を参照）。

【0209】

以上の機能が第2実施形態において状態特定部2802で追加される機能である。

【0210】

<動作手順の説明>

第2実施形態における挿入装置による挿入部材の挿入手順を、自動再生時と操作時とのそれぞれについて説明する。自動再生モードか操作モードかのモードの選択は、入出力IF111を用いて操作者が動作情報生成部109に、いずれを選択するかの情報を入力することでできる。

10

【0211】

<自動再生時の説明>

自動再生時は、動作情報生成部109の内部記憶部に記憶された教示時のロボットアーム102の動作情報を基に、制御部110でロボットアーム102の動作を制御する。制御部110の制御の下に、振動制御を行わない場合は、教示時の動作を制御部110で行い、振動制御を行う場合は、教示時の動作に振動を追加した動作を制御部110で行う。

【0212】

ハンド1701で把持したガイドワイヤ302を血管302に自動再生によって挿入する挿入手順を、図35A～図35Cのそれぞれ異なる状態を用いて説明する。

20

【0213】

図35Aは、制御部110で教示データの再生を開始した時点である。この時点では、挿入情報及び挿入部材移動情報は共に1であり、振動制御を行いながら、教示時のデータを動作情報生成部109で動作情報として生成して制御部110で再生している。この状態は、「第1の進行」状態であるため、振動の大きさは小さい。ここでは、挿入方向の振動制御を行っている。また、自動再生時には、再生開始時に、この例では、人が入出力IF111を用いて状態特定部2802において振動制御モードがオンとしている。

【0214】

ここで、「振動制御モード」とは、状態特定部2802において振動制御を行うか行わないかの特定を行うモードのことである。振動制御モードがオンであると状態特定部2802で判定する場合は、振動制御を行うか行わないかを状態特定部2802で特定するが、振動制御モードがオフであると状態特定部2802で判定する場合は、振動制御を行わないモードであり、振動制御を行う条件を満たしていても振動制御を行わない（つまり、状態特定部2802において状態情報として、制御情報を0とし、振動情報を0とする）と状態特定部2802で特定する。自動再生時には、再生開始時に振動制御モードはオンとなっていると状態特定部2802で判定するが、入出力IF111を用いて振動制御モードをオンにするタイミングを操作者が状態特定部2802に入力することもできる。

30

【0215】

また、図35Bは、制御部110による教示データの再生中に、ガイドワイヤ302の先端302aが血管301に詰まり、先端302aの移動が止まった時点である。この時点は、挿入情報は1であるが、挿入部材移動情報が0となり、制御部110により振動制御を継続する。すなわち、挿入情報が1であり、挿入部材移動情報が0となり、制御情報が1である状態情報が状態特定部2802から動作情報生成部109に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部109で振動制御を継続する動作情報が生成されると、制御部110でその動作情報を基に振動制御が継続される。この時点では、「第1の進行」状態から「第1の停止」状態に遷移した状態であり、状態特定部2802により、振動の大きさを大きくする。

40

【0216】

一方、図35Cは、制御部110による教示データの再生中に、制御部110で振動制御を行った結果、ガイドワイヤ302の先端302aの詰まりが除去でき、先端302a

50

の移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に1となり、状態特定部2802により、制御部110での振動制御における振動の大きさを小さくし(図35A時の振動の大きさ)、制御部110で振動制御を継続する。また、図35Bで行った振動制御でガイドワイヤ302の先端302aの詰まりが除去できず、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に0となった場合は、状態特定部2802により振動の大きさをさらに大きくして、制御部110で振動制御を続けることとなる。

【0217】

以上のように、自動再生時では、制御部110で振動制御を行ってガイドワイヤ302の先端302aの詰まりを除去する。

【0218】

<操作時の説明>

操作時の操作方法は、図36A~図36Dに示すように、図20A~図20Dの場合と同様の方法で操作者の手2001でロボットアーム102を操作する例である。

【0219】

また、操作時は、振動制御モードのオン又はオフは入出力IF111を用いて操作者が状態特定部2802に入力することができる。操作者は、操作開始時に振動制御モードをオンとするように状態特定部2802に設定することも可能である。

【0220】

図36Aは、操作者の手2001がロボットアーム102の操作を開始した時点である。この時点では、振動制御モードがオフとなっており、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に1の「第1の進行」状態であるが、振動制御は行わず、操作者の手2001の操作どおりの動作を行っている。すなわち、挿入情報が1であり、挿入部材移動情報が1であり、制御情報が0である状態情報が状態特定部2802から動作情報生成部109に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部109で振動制御無しの動作情報が生成されると、制御部110でその動作情報を基に振動制御無しで動作が開始される。

【0221】

次いで、図36Bは、操作者の手2001によるロボットアーム102の操作中に、操作者が振動制御モードをオンとした時点である。挿入情報及び挿入部材移動情報が共に1の「第1の進行」状態であり、制御部110により振動制御を開始する。すなわち、挿入情報が1であり、挿入部材移動情報が1であり、制御情報が1となる状態情報が状態特定部2802から動作情報生成部109に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部109で振動制御を開始する動作情報が生成されると、制御部110でその動作情報を基に振動制御が開始される。この状態は「第1の進行」状態であるため、状態特定部2802により、振動の大きさは小さい。ここでは、制御部110で、ガイドワイヤ302に対して挿入方向の振動制御を行っている。

【0222】

一方、図36Cは、操作者の手2001によるロボットアーム102の操作中に、ガイドワイヤ302の先端302aが血管301に詰まり、先端302aの移動が止まった時点である。この時点は、挿入情報は1であるが、挿入部材移動情報が0となる「第1の停止」状態であり、制御部110による振動制御を継続する。すなわち、挿入情報が1であり、挿入部材移動情報が0となり、制御情報が1である状態情報が状態特定部2802から動作情報生成部109に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部109で振動制御を継続する動作情報が生成されると、制御部110でその動作情報を基に振動制御が継続される。この時点では、「第1の進行」状態から「第1の停止」状態に遷移した状態であり、状態特定部2802により、振動の大きさを大きくする。

【0223】

図36Dは、操作者の手2001によるロボットアーム102の操作中に、振動制御を行った結果、ガイドワイヤ302の先端302aの詰まりが除去でき、先端302aの移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に1となる「第1の進行」状態であり、状態特定部2802により、制御部110で振動制御におけ

10

20

30

40

50

る振動の大きさを小さくし（図36B時の振動の大きさ）、制御部110で振動制御を継続する。また、図36Cで行った振動制御でガイドワイヤ302の先端302aの詰まりが除去できず、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に0の「第2の停止」状態となった場合は、状態特定部2802により、振動の大きさをさらに大きくして振動制御を続けることとなる。

【0224】

以上のように、操作時では、制御部110で振動制御を行ってガイドワイヤ302の先端302aの詰まりを除去する。

【0225】

第2実施形態のロボットアーム102の制御装置103Bの操作手順を図37のフローチャートを用いて説明する。

10

【0226】

まず、ステップS2101では、入出力IF111において、入出力IF111から状態特定部108に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップS2102に進め、入力されたモードが、操作モードの場合は、操作手順をステップS2103に進める。

【0227】

ステップS2102では、動作情報生成部109において、動作情報生成部109の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

20

【0228】

ステップS2103では、動作情報生成部109において、挿入情報取得部106から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0229】

ステップS2104では、状態特定部2802において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部108で判定する。振動制御モードがオンであると状態特定部2802で判定する場合には、操作手順をステップS3701に進め、振動制御モードがオフであると状態特定部2802で判定する場合には、操作手順をステップS2110に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部2802に入力される情報で選択する。

30

【0230】

ステップS3701では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から状態遷移情報を取得し、操作手順をステップS3702に進める。

【0231】

ステップS3702では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態が「第2の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS2110に進め、「第2の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3703に進める。

【0232】

ステップS2110では、状態特定部2802において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。

40

【0233】

ステップS3703では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態が「第1の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3704に進め、「第1の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3705に進める。

【0234】

ステップS3704では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、他の場合と比較して最も小さくする（図37の状態F）。

50

【0235】

ステップS3705では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態が「第1の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3706に進め、「第1の停止」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3709に進める。

【0236】

ステップS3706では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の直前の状態が「第1の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3707に進め、「第1の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3708に進める。

10

【0237】

ステップS3707では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3704の場合より大きく、ステップS3708の場合より小さくする(図37の状態E)。

【0238】

ステップS3708では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、ステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3707の場合より大きく、ステップS3711の場合より小さくする(図37の状態D)。

20

【0239】

ステップS3709では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の直前の状態が「第1の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3710に進め、「第1の停止」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3713に進める。

【0240】

ステップS3710では、状態特定部2802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の2つ前の状態が「第1の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3711に進め、「第1の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3712に進める。

30

【0241】

ステップS3711では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3708の場合より大きく、ステップS3712の場合より小さくする(図37の状態C)。

【0242】

ステップS3712では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3711の場合より大きく、ステップS3713の場合より小さくする(図37の状態B)。

40

【0243】

ステップS3713では、状態特定部2802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。ここでの振動の大きさは、他の場合と比較して最も大きくする(図37の状態A)。

【0244】

ステップS2111では、動作情報生成部1009において、状態特定部2802から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は振動制御の動作情報を追加して動作情報を生成する。動作情報生成部1009において、振動制御を行わない場合は取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部1009から制御部110に動作情報を出し、制御部110において取得した動作情報に基づいてロボットアーム102の動作を制御する。

50

【0245】

《第2実施形態の効果》

ガイドワイヤ302などの挿入部材の挿入作業において、たわみの小さい状態から振動制御を施し、状態の遷移に応じて振動の大きさを状態特定部2802により調整することによって、第1実施形態と比較して、血管301への負荷を低減することができ、血管301へ加わる力がより小さな振動で詰まりを除去することができる。

【0246】

(第3実施形態)

図38は、本発明の第3実施形態における挿入装置の一例としてのロボット101Cのブロック図を示す。本発明の第3実施形態の挿入装置の制御装置の一例としてのロボットアーム102の制御装置103Cとしては、制御装置本体部104Cに、状態特定部3802と制御開始状態特定部3801とを備えることを特徴としている。本発明の第3実施形態のロボット101Cにおけるロボットアーム102と、周辺装置105と、制御装置103Cの制御装置本体部104Cのうちの挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、動作情報生成部109と、制御部110と、状態遷移記憶部2801とは第2実施形態と同様であるので、共通の参照符号を付して共通部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ、以下、詳細に説明する。

10

【0247】

制御開始状態特定部3801は、挿入部材移動情報取得部107から挿入部材移動情報と時間情報とを取得し、状態特定部3802から状態情報と時間情報とを取得し、制御開始状態情報を生成し、生成した制御開始状態情報を時間情報と共に状態特定部3802に出力する。

20

【0248】

制御開始状態情報は、0と1のいずれかの値を持ち、値が0の場合は制御開始時に挿入部材の先端の移動無しであることを示し、値が1の場合は制御開始時に挿入部材の先端の移動有りであることを示す。

【0249】

制御開始状態特定部3801は、振動制御を開始する時点において、挿入部材の先端が移動していれば制御開始状態情報として1を出力し、先端の移動がなければ制御開始状態情報として0を出力する。状態特定部3802からの状態情報に基づき、振動制御が停止したと制御開始状態特定部3801で判定すると、制御開始状態特定部3801において、制御開始状態情報として0を出力する。

30

【0250】

制御開始状態特定部3801における制御開始状態情報の生成方法について、図39を用いて説明する。

【0251】

制御開始状態特定部3801において制御開始状態情報が1を出力するための条件は、制御情報が0から1に変更する時点において、挿入部材移動情報が1であることである。図39中の符号AXの時点では、制御情報が0から1に変更する時点において、挿入部材移動情報が1であることから、制御開始状態情報が1となる。また、図39中の符号BXの時点では、制御情報が0から1に変更する時点において、挿入部材移動情報が0であることから、制御開始状態情報は0のままである。

40

【0252】

制御開始状態特定部3801は、制御開始状態情報として、1を出力すると、終了する条件を満たすまで、1を出力し続ける。終了する条件は、制御情報が1から0に変更することである。図39中の符号CXの時点では、制御情報が1から0に変更しているため、制御開始状態情報が0となる。また、図39中の符号DXの時点では、挿入部材移動情報は1から0に変更するものの、制御情報が1のままであるため、制御開始状態情報は1のままである。

【0253】

50

制御開始状態特定部 3801 は、生成した制御開始状態情報と時間情報とを状態特定部 3802 に出力する。

【0254】

状態特定部 3802 は、状態特定部 2802 に代えて、制御装置本体部 104C に備えられ、第 2 実施形態における状態特定部 2802 の機能に加えて、制御開始状態特定部 3801 から取得した制御開始状態情報を基に振動の大きさを変更する機能を有する。以下に追加機能について説明する。

【0255】

状態特定部 3802 は、制御開始状態特定部 3801 から取得した制御開始状態情報が 1 の場合は、状態情報における振動情報の値を小さくする。具体的には、状態特定部 3802 は、振動情報の値に対して定数を掛けて値を小さくする。定数は、0 より大きく 1 より小さい値とする（例えば、0.5）。また、制御開始状態特定部 3801 から取得した制御開始状態情報が 0 の場合は、状態特定部 3802 は何もしない。具体的な例を図 40 に示す。

10

【0256】

状態特定部 3802 は、生成した状態情報を時間情報と共に動作情報生成部 109 に出力する。

【0257】

状態特定部 3802 において、振動制御開始時に挿入部材が移動している場合の方が、挿入部材が移動していない場合と比較して振動の大きさを小さくすることは、次のような実験を行った結果からも説明することができる。

20

【0258】

図 24 で説明したワイヤ 1102 をチューブ 1102 に挿入する実験において、図 24 の符号 C で示す振動開始位置から振動制御を開始した。振動開始位置は、図 25 C に示すようにワイヤ 1102 の先端 1102 a の位置が動き、ハンド 1701 の位置も動く「第 1 の進行」状態を表す。また、振動制御開始時において、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が移動したまま符号の位置 C で振動制御を開始した場合と、ワイヤ 1102 の先端 1102 a の移動を、一旦、符号 C の位置で停止させた後に振動制御を開始した場合との 2 通りの開始方法で実験を行った。実験結果を図 41 に示す。図 41 において、振動制御開始時において、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が移動している場合が「移動」、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が移動せずに停止している場合が「停止」を示す。挿入距離 (mm) は、ワイヤ 1102 がチューブ 1101 に対して挿入した距離を示し、その距離が長い方が奥まで挿入されたことを表す。力の大きさ (N) は、ワイヤ 1102 の先端が位置 A の直後の位置を通過する時点での、力センサ 1103 で取得した値を示し、その大きさが小さい方が、小さな力で通過できていることを表す。図 41 を見ると、振動制御開始時にワイヤ 1102 の先端 1102 a が移動している場合の方が、振動制御開始時にワイヤ 1102 の先端 1102 a が停止している場合と比較して、挿入距離が長く、力の大きさが小さいことがわかる。このことは、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が移動している状態で振動制御を開始した場合の方が、ワイヤ 1102 の先端 1102 a が停止している状態で振動制御を開始する場合と比較して、同じ位置を通過するのに小さな振動で通過できることを示している。

30

40

【0259】

< 動作手順の説明 >

第 3 実施形態における挿入装置による挿入部材の挿入手順を、自動再生時と操作時とのそれぞれについて説明する。自動再生モードか操作モードかのモードの選択は、入出力 IF 111 を用いて操作者が動作情報生成部 109 に、いずれを選択するかを情報を入力することでできる。

【0260】

< 自動再生時の説明 >

自動再生時は、動作情報生成部 109 の内部記憶部に記憶された教示時のロボットア

50

△ 1 0 2 の動作情報を基に、制御部 1 1 0 でロボットアーム 1 0 2 の動作を制御する。制御部 1 1 0 の制御の下に、振動制御を行わない場合は、教示時の動作を制御部 1 1 0 で行い、振動制御を行う場合は、教示時の動作に振動を追加した動作を制御部 1 1 0 で行う。

【 0 2 6 1 】

ハンド 1 7 0 1 で把持したガイドワイヤ 3 0 2 を血管 3 0 2 に自動再生によって挿入する挿入手順を、図 4 2 A ~ 図 4 2 C のそれぞれ異なる状態を用いて説明する。

【 0 2 6 2 】

図 4 2 A は、制御部 1 1 0 で教示データの再生を開始した時点である。この時点では、挿入情報及び挿入部材移動情報は共に 1 であり、振動制御を行いながら、教示時のデータを動作情報生成部 1 0 9 で動作情報として生成して制御部 1 1 0 で再生している。この状態は、「第 1 の進行」状態であるため、状態特定部 3 8 0 2 により、振動の大きさは小さい。また、振動を開始した時点で挿入部材移動情報が 1 であるため、状態特定部 3 8 0 2 により、以降の振動の大きさを小さくする。このように、振動制御の開始時の挿入部材移動情報に応じて、状態特定部 3 8 0 2 により、振動の大きさを小さくすることが、第 3 実施形態の特徴である。ここでは、挿入方向の振動制御を行っている。また、自動再生時には再生開始時に、振動制御モードがオンとなっている。ここで、振動制御モードとは、状態特定部 3 8 0 2 において振動制御を行うか行わないかの判定を行うモードのことである。振動制御モードがオンであると状態特定部 3 8 0 2 で判定する場合は、振動制御を行うか行わないかを状態特定部 3 8 0 2 で判定するが、振動制御モードがオフであると状態特定部 3 8 0 2 で判定する場合は、振動制御を行わないモードであり、振動制御を行う条件を満たしていても振動制御を行わないと状態特定部 3 8 0 2 で判定する（つまり、状態特定部 3 8 0 2 において状態情報として、制御情報を 0 とし、振動情報を 0 とする）。自動再生時には、再生開始時に振動制御モードはオンとなっているが、入出力 I F 1 1 1 を用いて振動制御モードをオンにするタイミングを操作者が状態特定部 3 8 0 2 に入力することもできる。

【 0 2 6 3 】

図 4 2 B は、制御部 1 1 0 による教示データの再生中に、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a が血管 3 0 1 に詰まり、先端 3 0 2 a の移動が止まった時点である。この時点では、挿入情報は 1 であるが、挿入部材移動情報が 0 となり、制御部 1 1 0 により振動制御を継続する。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 0 となり、制御情報が 1 である状態情報が状態特定部 3 8 0 2 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御を継続する動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御が継続される。この時点では、「第 1 の進行」状態から「第 1 の停止」状態に遷移した状態であり、振動の大きさを大きくする。第 2 実施形態における図 3 5 B の場合の振動の大きさに定数（例えば、0.5）を掛けた大きさとなっている。

【 0 2 6 4 】

一方、図 4 2 C は、制御部 1 1 0 による教示データの再生中に、制御部 1 1 0 で振動制御を行った結果、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去でき、先端 3 0 2 a の移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 となり、制御部 1 1 0 での振動制御における振動の大きさを小さくし（図 4 2 A 時の振動の大きさ）、制御部 1 1 0 で振動制御を継続する。このときの振動の大きさは、第 2 実施形態における図 3 5 C の場合の振動の大きさに定数（例えば、0.5）を掛けた大きさとなっている。また、図 4 2 B で行った振動制御でガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去できず、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 0 となった場合は、状態特定部 3 8 0 2 により振動の大きさをさらに大きくして、制御部 1 1 0 で振動制御を続けることとなる。

【 0 2 6 5 】

以上のように、自動再生時では、制御部 1 1 0 で振動制御を行ってガイドワイヤ 3 0 2 の先端の詰まりを除去する。

10

20

30

40

50

【 0 2 6 6 】

< 操作時の説明 >

操作時の操作方法は、図 4 3 A ~ 図 4 3 D に示すように、図 2 0 A ~ 図 2 0 D の場合と同様の方法で操作者の手 2 0 0 1 でロボットアーム 1 0 2 を操作する例である。

【 0 2 6 7 】

また、操作時は、振動制御モードのオン又はオフは入出力 I F 1 1 1 を用いて操作者が状態特定部 3 8 0 2 に入力することができる。操作者は、操作開始時に振動制御モードをオンとするように状態特定部 3 8 0 2 に設定することも可能である。

【 0 2 6 8 】

図 4 3 A は、操作者の手 2 0 0 1 がロボットアーム 1 0 2 の操作を開始した時点である。この時点では振動制御モードがオフとなっており、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 の「第 1 の進行」状態であるが、振動制御は行わず、操作者の手 2 0 0 1 の操作どおりの動作を行っている。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 1 であり、制御情報が 0 である状態情報が状態特定部 3 8 0 2 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御無しの動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御無しで動作が開始される。

10

【 0 2 6 9 】

次いで、図 4 3 B は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、操作者が振動制御モードをオンとした時点である。挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 の「第 1 の進行」状態であり、制御部 1 1 0 により振動制御を開始する。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 1 であり、制御情報が 1 となる状態情報が状態特定部 3 8 0 2 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御を開始する動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御が開始される。この状態は「第 1 の進行」状態であるため、振動の大きさは小さい。また、振動を開始した時点で挿入部材移動情報が 1 であるため、状態特定部 3 8 0 2 により、以降の振動の大きさを小さくする。このように、振動制御の開始時の挿入部材移動情報に応じて、状態特定部 3 8 0 2 により振動の大きさを小さくすることが、第 3 実施形態の特徴である。ここでは、制御部 1 1 0 で、ガイドワイヤ 3 0 2 に対して挿入方向の振動制御を行っている。振動の大きさは、第 2 実施形態における図 3 6 B の場合の振動の大きさに定数（例えば、0.5）を掛けた大きさとなっている。

20

30

【 0 2 7 0 】

一方、図 4 3 C は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a が血管 3 0 1 に詰まり、先端 3 0 2 a の移動が止まった時点である。この時点は、挿入情報は 1 であるが、挿入部材移動情報が 0 となる「第 1 の停止」状態であり、制御部 1 1 0 による振動制御を継続する。すなわち、挿入情報が 1 であり、挿入部材移動情報が 0 となり、制御情報が 1 である状態情報が状態特定部 3 8 0 2 から動作情報生成部 1 0 9 に入力され、この状態情報に基づき、動作情報生成部 1 0 9 で振動制御を継続する動作情報が生成されると、制御部 1 1 0 でその動作情報を基に振動制御が継続される。この時点では、「第 1 の進行」状態から「第 1 の停止」状態に遷移した状態であり、状態特定部 3 8 0 2 により振動の大きさを大きくする。このときの振動の大きさは、第 2 実施形態における図 3 6 C の場合の振動の大きさに定数（例えば、0.5）を掛けた大きさとなっている。

40

【 0 2 7 1 】

図 4 3 D は、操作者の手 2 0 0 1 によるロボットアーム 1 0 2 の操作中に、振動制御を行った結果、ガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりが除去でき、先端 3 0 2 a の移動が可能となった時点である。ここでは、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 1 となる「第 1 の進行」状態であり、制御部 1 1 0 で振動制御における振動の大きさを小さくし（図 4 3 B 時の振動の大きさ）、制御部 1 1 0 で振動制御を継続する。このときの振動の大きさは、第 2 実施形態における図 3 6 D の場合の振動の大きさに定数（例えば、0.5）を掛けた大きさとなっている。また、図 4 3 C で行った振動制御でガイドワイヤ 3 0 2 の

50

先端 3 0 2 a の詰まりが除去できず、挿入情報及び挿入部材移動情報が共に 0 の「第 2 の停止」状態となった場合は、状態特定部 3 8 0 2 により振動の大きさをさらに大きくして、制御部 1 1 0 で振動制御を続けることとなる。

【 0 2 7 2 】

以上のように、操作時では、制御部 1 1 0 で振動制御を行ってガイドワイヤ 3 0 2 の先端 3 0 2 a の詰まりを除去する。

【 0 2 7 3 】

第 3 実施形態のロボットアーム 1 0 2 の制御装置 1 0 3 C の操作手順を図 4 4 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 2 7 4 】

まず、ステップ S 2 1 0 1 では、入出力 I F 1 1 1 において、入出力 I F 1 1 1 から状態特定部 1 0 8 に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップ S 2 1 0 2 に進め、入力されたモードが、操作モードの場合は、操作手順をステップ S 2 1 0 3 に進める。

【 0 2 7 5 】

ステップ S 2 1 0 2 では、動作情報生成部 1 0 9 において、動作情報生成部 1 0 9 の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップ S 2 1 0 4 に進める。

【 0 2 7 6 】

ステップ S 2 1 0 3 では、動作情報生成部 1 0 9 において、挿入情報取得部 1 0 6 から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップ S 2 1 0 4 に進める。

【 0 2 7 7 】

ステップ S 2 1 0 4 では、状態特定部 3 8 0 2 において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部 1 0 8 で判定する。振動制御モードがオンであると状態特定部 3 8 0 2 で判定する場合には、操作手順をステップ S 3 7 0 1 に進め、振動制御モードがオフであると状態特定部 3 8 0 2 で判定する場合には、操作手順をステップ S 2 1 1 0 に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力 I F 1 1 1 を用いて状態特定部 3 8 0 2 に入力される情報で選択する。

【 0 2 7 8 】

ステップ S 3 7 0 1 では、状態特定部 3 8 0 2 において、状態遷移記憶部 2 8 0 1 から状態遷移情報を取得し、操作手順をステップ S 3 7 0 2 に進める。

【 0 2 7 9 】

ステップ S 3 7 0 2 では、状態特定部 3 8 0 2 において、状態遷移記憶部 2 8 0 1 から取得した状態遷移情報における最新の状態が「第 2 の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップ S 2 1 1 0 に進め、「第 2 の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップ S 3 7 0 3 に進める。

【 0 2 8 0 】

ステップ S 2 1 1 0 では、状態特定部 3 8 0 2 において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップ S 2 1 1 1 に進める。

【 0 2 8 1 】

ステップ S 3 7 0 3 では、状態特定部 3 8 0 2 において、状態遷移記憶部 2 8 0 1 から取得した状態遷移情報における最新の状態が「第 1 の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップ S 3 7 0 4 に進め、「第 1 の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップ S 3 7 0 5 に進める。

【 0 2 8 2 】

ステップ S 3 7 0 4 では、状態特定部 3 8 0 2 において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップ S 4 4 0 1 に進める。ここでの振動の大きさは、他の場合と比較して最も小さくする（図 4 4 の状態 F）。

【 0 2 8 3 】

ステップ S 3 7 0 5 では、状態特定部 3 8 0 2 において、状態遷移記憶部 2 8 0 1 から

10

20

30

40

50

取得した状態遷移情報における最新の状態が「第1の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3706に進め、「第1の停止」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3709に進める。

【0284】

ステップS3706では、状態特定部3802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の直前の状態が「第1の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3707に進め、「第1の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3708に進める。

【0285】

ステップS3707では、状態特定部3802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4401に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3704の場合より大きく、ステップS3708の場合より小さくする(図44の状態E)

10

【0286】

ステップS3708では、状態特定部3802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4401に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3707の場合より大きく、ステップS3711の場合より小さくする(図44の状態D)

【0287】

ステップS3709では、状態特定部3802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の直前の状態が「第1の停止」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3710に進め、「第1の停止」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3713に進める。

20

【0288】

ステップS3710では、状態特定部3802において、状態遷移記憶部2801から取得した状態遷移情報における最新の状態の2つ前の状態が「第1の進行」状態であると判定する場合は、操作手順をステップS3711に進め、「第1の進行」状態でないと判定する場合は、操作手順をステップS3712に進める。

【0289】

ステップS3711では、状態特定部3802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4401に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3708の場合より大きく、ステップS3712の場合より小さくする(図44の状態C)

30

【0290】

ステップS3712では、状態特定部3802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4401に進める。ここでの振動の大きさは、ステップS3711の場合より大きく、ステップS3713の場合より小さくする(図44の状態B)

【0291】

ステップS3713では、状態特定部3802において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4401に進める。ここでの振動の大きさは、他の場合と比較して最も大きくする(図44の状態A)。

40

【0292】

ステップS4401では、状態特定部3802において、制御開始状態特定部3802から制御開始状態情報を取得し、操作手順をステップS4402に進める。

【0293】

ステップS4402では、状態特定部3802において、制御開始状態特定部3802から取得した制御開始状態情報が1と判定する場合は、操作手順をステップS4403に進め、制御開始状態情報が0と判定する場合は、操作手順をステップS2111に進める

50

【0294】

ステップS4403では、状態特定部3802において、振動情報に定数（ただし、定数の大きさは、0より大きく1より小さい）を掛け、振動情報の値を小さくした状態情報を生成し、操作手順をステップS2111に進める。例えば、定数の大きさを0.5とする。

【0295】

ステップS2111では、動作情報生成部1009において、状態特定部3802から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は振動制御の動作情報を追加し動作情報を生成する。動作情報生成部1009において、振動制御を行わない場合は取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部1009から制御部110に動作情報を出し、制御部110において取得した動作情報に基づいてロボットアーム102の動作を制御する。

10

【0296】

《第3実施形態の効果》

ガイドワイヤ302などの挿入部材の挿入作業において、振動制御開始時のガイドワイヤ302の移動状態に応じて振動の大きさを状態特定部3802により調整することによって、第2実施形態と比較して、血管301への負荷を低減することができ、血管301へ加わる力がより小さな振動で詰まりを除去することができる。

【0297】

(第4実施形態)

図45は、本発明の第4実施形態における挿入装置の一例としてのロボット101Dのブロック図を示す。本発明の第4実施形態の挿入装置の制御装置の一例としてのロボットアーム102の制御装置103Dとしては、制御装置本体部104Dに、挿入距離情報取得部4501と状態特定部4502と動作情報生成部4503とを備えることを特徴としている。本発明の第4実施形態のロボット101Dにおけるロボットアーム102と、周辺装置105と、制御装置103Dの制御装置本体部104Dのうちの挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、状態特定部108と、制御部110とは第1実施形態と同様であるので、共通の参照符号を付して共通部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ、以下、詳細に説明する。

20

【0298】

挿入距離情報取得部4501は、挿入情報取得部106と同様に、ロボットアーム102の位置情報と、姿勢情報と、速度情報と、角速度情報とを取得する。挿入距離情報取得部4501では、取得した位置情報からガイドワイヤ302の挿入口からの挿入距離情報を算出する。挿入距離情報とは、挿入部材の先端の生体内の移動距離を意味する。挿入距離情報取得部4501による挿入距離情報の算出方法は、位置情報の取得開始時点から一定時間ごとの移動量を求め、求めた一定時間ごとの移動量を足し合わせていくことによって、挿入距離情報を算出する。

30

【0299】

挿入距離情報取得部4501は、算出した挿入距離情報と時間情報とを追加振動情報生成部4502に出力する。

40

【0300】

追加振動情報生成部4502は、挿入距離情報取得部4501から取得した挿入距離情報を基に、振動の大きさを変更する機能を有する。以下に、追加機能について説明する。

【0301】

追加振動情報生成部4502は、挿入距離情報取得部4501から取得した挿入距離情報を基に振動情報の値を変更する。図46は、追加振動情報生成部4502の内部構造を示し、追加振動情報生成部4502は、判断部4502Aと演算部4502Bとにより構成される。

【0302】

判断部4502Aは、挿入距離情報取得部4501から取得した追加振動情報を基に生

50

成の開始と終了とを判断する。判断は、挿入距離情報と閾値とを比較して行う。挿入距離情報が開始の閾値（第一閾値）（例えば、30cm）を超えたと判断部4502Aで判断した時点から追加振動情報を生成し始め、挿入距離情報が終了の閾値（第二閾値）（例えば、100cm）を超えたと判断部4502Aで判断した時点で追加情報の生成を終了する。ただし、終了の閾値（第二閾値）は開始の閾値（第一閾値）よりも大きい。

【0303】

演算部4502Bは、生成された追加振動情報を算出する。算出方法について説明する。挿入距離情報を基に振動情報の値を算出する。様々な算出方法があり、条件を用いて算出する方法又は関数を用いて算出する方法がある。条件を用いて算出する方法は、例えば、挿入距離が10mm増加する毎に、振動情報の値を1だけ増加させる。関数を用いて算出する方法は、例えば、挿入距離情報を x とし、追加振動情報を y とすると、 $y = 0.1x$ 又は $y = 0.1x^2$ のように算出する。なお、この関数を用いて算出する方法としては、いかなる関数を用いることも可能である。このように、挿入距離が長いほど振動の大きさを大きくすることによって、挿入距離が長くなっても、挿入口部分での振動制御を先端部分に伝達させることができる。挿入距離が長くなると、ガイドワイヤ302が血管301に接触する箇所が増加して接触抵抗が増え、ガイドワイヤ302の先端部分に振動が伝わりにくくなることを防ぐことができる。

10

【0304】

動作情報生成部4503は、動作情報生成部109に代えて制御装置本体部104Dに備えられ、第1実施形態における動作情報生成部109の機能に加えて、追加振動情報生成部4502から取得した追加振動情報を、状態特定部108から取得した振動情報に追加した動作情報を生成する。

20

【0305】

第4実施形態のロボットアーム102Dの制御装置103Dの操作手順を図47のフローチャートを用いて説明する。

【0306】

まず、ステップS2101では、入出力IF111において、入出力IF111から状態特定部108に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップS2102に進め、入力されたモードが、操作モードの場合は、操作手順をステップS2103に進める。

30

【0307】

ステップS2102では、動作情報生成部4503において、動作情報生成部4503の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0308】

ステップS2103では、動作情報生成部4503において、挿入情報取得部106から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0309】

ステップS2104では、状態特定部108において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部108で判定する。状態特定部108において、振動制御モードがオンであると判定する場合には、操作手順をステップS2105に進め、振動制御モードがオフであると判定する場合には、操作手順をステップS2110に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力される情報で選択する。また、このような選択ができる理由は、操作者の意思によって、操作者のみで挿入作業を行う場合と、振動制御を加えて挿入作業を行う場合とを選択することを操作者が可能にするためである。

40

【0310】

ステップS2105では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から挿入情報を取得し、挿入部材移動情報取得部107から挿入部材移動情報を取得し、操作手順をステップS2106に進める。

50

【0311】

ステップS2106では、状態特定部108において、挿入部材移動情報取得部107から取得した挿入部材移動情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2107に進め、挿入部材移動情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2110に進める。

【0312】

ステップS2107では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から取得した挿入情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2108に進め、挿入情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2109に進める。

【0313】

ステップS2108では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4701に進める。ここでの振動の大きさはステップS2109の場合と比較して大きくする(図47の第1状態)。その後、操作手順をステップS4701に進める。

【0314】

ステップS2109では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4701に進める。ここでの振動の大きさはステップS2108の場合と比較して小さくする(図47の第2状態)。その後、操作手順をステップS4701に進める。

【0315】

ステップS2110では、状態特定部1008において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップS4706に進める。

【0316】

ステップS4701では、挿入距離情報取得部4501において、挿入距離情報を取得し、操作手順をステップS4702に進める。

【0317】

ステップS4702では、追加振動情報生成部4502において、挿入距離情報と開始閾値(例えば、30cm)とを比較する。挿入距離が開始閾値を超えていると追加振動情報生成部4502で判定する場合は操作手順をステップS4703に進め、挿入距離が開始閾値を超えていないと追加振動情報生成部4502で判定する場合は操作手順をステップS4705に進める。

【0318】

ステップS4703では、追加振動情報生成部4502において、挿入距離情報が終了閾値(例えば、100cm)とを比較する。挿入距離が終了閾値を超えていると追加振動情報生成部4502と判定する場合は操作手順をステップS4705に進め、挿入距離が終了閾値を超えていないと追加振動情報生成部4502と判定する場合は操作手順をステップS4704に進める。

【0319】

ステップS4704では、追加振動情報生成部4502において、挿入距離情報に基づいて追加振動情報を生成し、操作手順をステップS4706に進める。

【0320】

ステップS4705では、追加振動情報生成部4502において、振動情報を追加しない追加振動情報を生成し、操作手順をステップS4706に進める。

【0321】

ステップS4706では、動作情報生成部4503において、状態特定部1008から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は、振動制御の動作情報に、追加振動情報の動作情報を追加して、動作情報を生成する。動作情報生成部4503において、振動制御を行わない場合は、取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部4503から制御部110に動作情報を出力し、制御部110において取得した動作情報に基づいてロボットアーム102の動作を制御する。

10

20

30

40

50

【0322】

《第4実施形態の効果》

ガイドワイヤ302などの挿入部材の挿入作業において、挿入距離に応じて振動の大きさを変えることによって、ガイドワイヤ302の先端部分に正確に振動を伝えることができ、血管部分などでのガイドワイヤ302の先端部分の詰まりを除去することができる。

【0323】

(第5実施形態)

図48は、本発明の第5実施形態における挿入装置の一例としてのロボット101Eのブロック図を示す。本発明の第5実施形態の挿入装置の制御装置の一例としてのロボットアーム102の制御装置103Eとしては、制御装置本体部104Eに、挿入位置DB4801と挿入位置推定部4802と追加振動情報生成部4803とを備えることを特徴としている。本発明の第5実施形態のロボット101Eにおけるロボットアーム102と、周辺装置105と、制御装置103Eの制御装置本体部104Eのうちの挿入情報取得部106と、挿入部材移動情報取得部107と、状態特定部108と、制御部110と、挿入距離情報取得部4501と、動作情報生成部4503とは第4実施形態と同様であるので、共通の参照符号を付して共通部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ、以下、詳細に説明する。

10

【0324】

挿入位置DB4801は、挿入距離情報と人体部位情報と追加振動情報とが互に対応付けられた関係情報が記憶されたデータベースである。例えば、心臓でのデータベースの例について図49を用いて説明する。心臓用の挿入位置DB4801には、挿入距離情報にそれぞれ対応した人体部位情報と追加振動情報とが記憶されている。人体部位情報と追加振動情報とは、予め行われる検査情報を基に人が入出力IF111を用いて挿入位置DB4801に入力し、挿入位置DB4801を構築する。また、第4実施形態では、挿入距離が増すにつれて振動情報を大きくする方法について説明したが、図49に示すように、挿入距離が増すにつれて、血管が細くなること又は病変部に近づくことを考慮して、振動情報を小さくする方法を取ることも可能である。すなわち、例えば、ある距離(閾値)までは、挿入距離が増すにつれて振動情報を大きくし、前記距離(閾値)を超えると、挿入距離が増すにつれて振動情報を小さくすることも可能である。

20

【0325】

挿入位置DB4801は、記憶する挿入距離情報と人体部位情報と追加振動情報とのデータベース内の情報を挿入位置推定部4802に出力する。

30

【0326】

挿入位置推定部4802は、挿入距離情報取得部4501から挿入距離情報を取得し、挿入位置DB4801から挿入距離情報と人体部位情報と追加振動情報とのデータベース内の情報を取得する。挿入位置推定部4802は、取得した挿入距離情報を基にデータベース内の情報を参照して、追加振動情報を導出する。挿入位置推定部4802は、導出した追加振動情報を追加振動情報生成部4803に出力する。

【0327】

追加振動情報生成部4803は、追加振動情報生成部4502に代えて制御装置本体部104Eに備えられ、第4実施形態における追加振動情報生成部4502の機能に加えて、挿入位置推定部4802から取得した追加振動情報を動作情報生成部4503に出力する。

40

【0328】

第5実施形態のロボットアーム102Eの制御装置103Eの操作手順を図50のフローチャートを用いて説明する。

【0329】

まず、ステップS2101では、入出力IF111において、入出力IF111から状態特定部108に入力されたモードが、自動再生モードの場合は、操作手順をステップS2102に進め、入力されたモードが、操作モードの場合は、操作手順をステップS21

50

03に進める。

【0330】

ステップS2102では、動作情報生成部4503において、動作情報生成部4503の内部記憶部に記憶された教示データを動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0331】

ステップS2103では、動作情報生成部4503において、挿入情報取得部106から取得した情報を動作情報とし、操作手順をステップS2104に進める。

【0332】

ステップS2104では、状態特定部108において振動制御モードがオンかオフかを状態特定部108で判定する。状態特定部108において、振動制御モードがオンであると判定する場合には、操作手順をステップS2105に進め、振動制御モードがオフであると判定する場合には、操作手順をステップS2110に進める。振動制御モードのオン/オフの選択は、操作者が入出力IF111を用いて状態特定部108に入力される情報で選択する。また、このような選択ができる理由は、操作者の意思によって、操作者のみで挿入作業を行う場合と、振動制御を加えて挿入作業を行う場合とを選択することを操作者が可能にするためである。

10

【0333】

ステップS2105では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から挿入情報を取得し、挿入部材移動情報取得部107から挿入部材移動情報を取得し、操作手順をステップS2106に進める。

20

【0334】

ステップS2106では、状態特定部108において、挿入部材移動情報取得部107から取得した挿入部材移動情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2107に進め、挿入部材移動情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2110に進める。

【0335】

ステップS2107では、状態特定部108において、挿入情報取得部106から取得した挿入情報の値が0であると判定する場合は、操作手順をステップS2108に進め、挿入情報の値が1であると判定する場合は、操作手順をステップS2109に進める。

30

【0336】

ステップS2108では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4701に進める。ここでの振動の大きさはステップS2109の場合と比較して大きくする(図47の第1状態)。その後、操作手順をステップS4701に進める。

【0337】

ステップS2109では、状態特定部1008において、振動制御を行う状態情報を生成し、操作手順をステップS4701に進める。ここでの振動の大きさはステップS2108の場合と比較して小さくする(図47の第2状態)。その後、操作手順をステップS4701に進める。

40

【0338】

ステップS2110では、状態特定部1008において、振動制御を行わない状態情報を生成し、操作手順をステップS4706に進める。

【0339】

ステップS4701では、挿入距離情報取得部4501において、挿入距離情報を取得し、操作手順をステップS4702に進める。

【0340】

ステップS4702では、追加振動情報生成部4803において、挿入距離情報と開始閾値(例えば、30cm)とを比較する。挿入距離が開始閾値を超えていると追加振動情報生成部4803で判定する場合は操作手順をステップS4703に進め、挿入距離が開

50

始閾値を超えていないと追加振動情報生成部 4803 で判定する場合は操作手順をステップ S4705 に進める。

【0341】

ステップ S4703 では、追加振動情報生成部 4803 において、挿入距離情報が終了閾値（例えば、100cm）とを比較する。挿入距離が終了閾値を超えていると追加振動情報生成部 4803 で判定する場合は操作手順をステップ S5001 に進め、挿入距離が終了閾値を超えていないと追加振動情報生成部 4803 で判定する場合は操作手順をステップ S4704 に進める。

【0342】

ステップ S5001 では、挿入位置推定部 4802 において、取得した挿入距離情報を基に挿入位置 DB4801 内の情報を参照して追加振動情報を導出し、操作手順をステップ S5002 に進める。

【0343】

ステップ S5002 では、追加振動情報生成部 4803 において、挿入距離情報に基づいて追加振動情報を生成し、さらに挿入位置推定部 4802 から追加振動情報を取得し、操作手順をステップ S4706 に進める。

【0344】

ステップ S4705 では、追加振動情報生成部 4803 において、振動情報を追加しない追加振動情報を生成し、操作手順をステップ S4706 に進める。

【0345】

ステップ S4706 では、動作情報生成部 4503 において、状態特定部 1008 から状態情報を取得し、振動制御を行う場合は、振動制御の動作情報に、追加振動情報の動作情報を追加して、動作情報を生成する。動作情報生成部 4503 において、振動制御を行わない場合は、取得した動作情報をそのまま動作情報として生成する。動作情報生成部 4503 から制御部 110 に動作情報を出力し、制御部 110 において取得した動作情報に基づいてロボットアーム 102 の動作を制御する。

【0346】

《第5実施形態の効果》

ガイドワイヤ 302 などの挿入部材の挿入作業において、患者の体の挿入位置に応じて振動の大きさを変えることによって、患者又は部位ごとに振動の大きさを変えることができる。その結果、負荷の少ない正確な挿入作業が可能となる。

【0347】

なお、本発明を第1～第4実施形態及び変形例に基づいて説明してきたが、本発明は、前記の第1～第4実施形態及び変形例に限定されないのはもちろんである。以下のような場合も本発明に含まれる。

【0348】

前記各制御装置の一部又は全部は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニット、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムである。前記RAM又はハードディスクユニットには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各部は、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わせられて構成されたものである。

【0349】

例えば、ハードディスク又は半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェア・プログラムをCPU等のプログラム実行部が読み出して実行することによって、各構成要素が実現され得る。なお、前記実施形態又は変形例における制御装置を構成する要素の一部又は全部を実現するソフトウェアは、以下のようなプログラムである。つまり、このプログラムは、生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムであって、

10

20

30

40

50

コンピュータに、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための挿入装置の制御装置の制御プログラムである。

【 0 3 5 0 】

また、このプログラムは、サーバなどからダウンロードされることによって実行されてもよく、所定の記録媒体（例えば、CD-ROMなどの光ディスク、磁気ディスク、又は、半導体メモリなど）に記録されたプログラムが読み出されることによって実行されてもよい。

【 0 3 5 1 】

また、このプログラムを実行するコンピュータは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、あるいは分散処理を行ってもよい。

【 0 3 5 2 】

なお、前記様々な実施形態又は変形例のうちの任意の実施形態又は変形例を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 3 5 3 】

本発明にかかる挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路は、挿入部材の挿入作業において、挿入部材の状態に応じた振動制御を施すことによって、挿入部材の先端が詰まった場合において、過負荷の生じない適切な大きさの振動で詰まりを除去することができ、医療用装置における挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路として有用である。また、本発明にかかる挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路は、医療用装置に限らず、産業用装置又は家庭用装置用の挿入装置の制御装置及び制御方法、制御装置を有する挿入装置、挿入装置の制御プログラム、並びに、挿入装置の制御用集積電子回路として適用される可能性もある。

【 0 3 5 4 】

本発明は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して十分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形又は修正は明白である。そのような変形又は修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

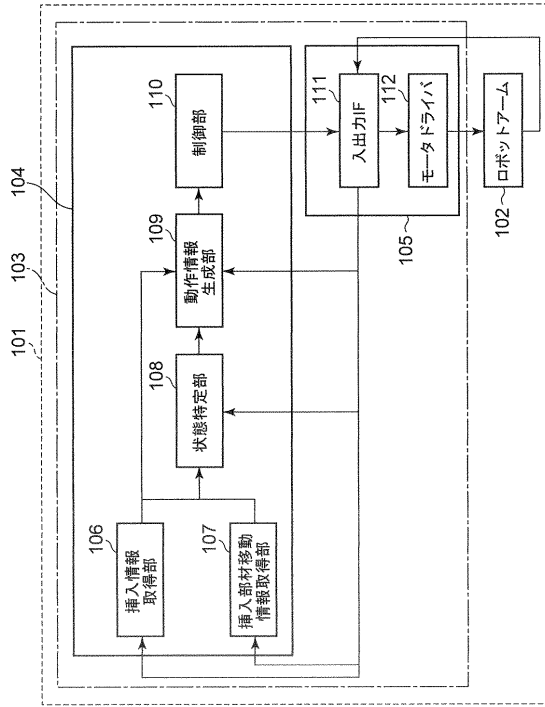
10

20

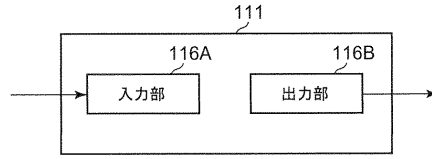
30

40

【図 1 A】



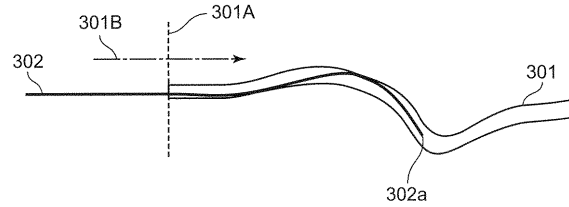
【図 1 B】



【図 2】

時間(ms)	位置(mm) (x,y,z)	姿勢(rad) ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$)	速度(mm/ms) (v_x, v_y, v_z)	角速度(rad/ms) ($\omega_x, \omega_y, \omega_z$)
:	:	:	:	:
1821	112.2, 65.5, -8.5	0.07, -0.87, 1.22	0.11, -0.21, 0.38	0.015, -0.012, 0.010
1822	113.1, 64.8, -8.5	0.06, -0.85, 1.27	0.95, -0.73, 0.00	-0.018, 0.022, 0.059
1823	113.5, 64.0, -8.0	0.05, -0.82, 1.28	0.42, -0.82, 0.50	-0.010, 0.026, 0.017
:	:	:	:	:

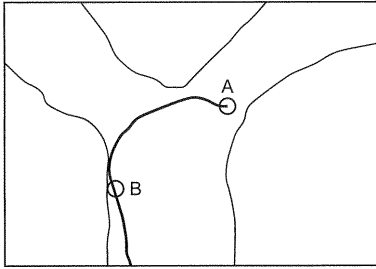
【図 3】



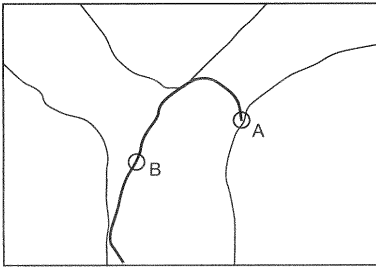
【図 4】

時間(ms)	挿入情報
:	:
:	:
3652	1
3653	1
3654	1
3655	0
3656	0
3657	0
3658	0
3659	0
3660	0
:	:
:	:

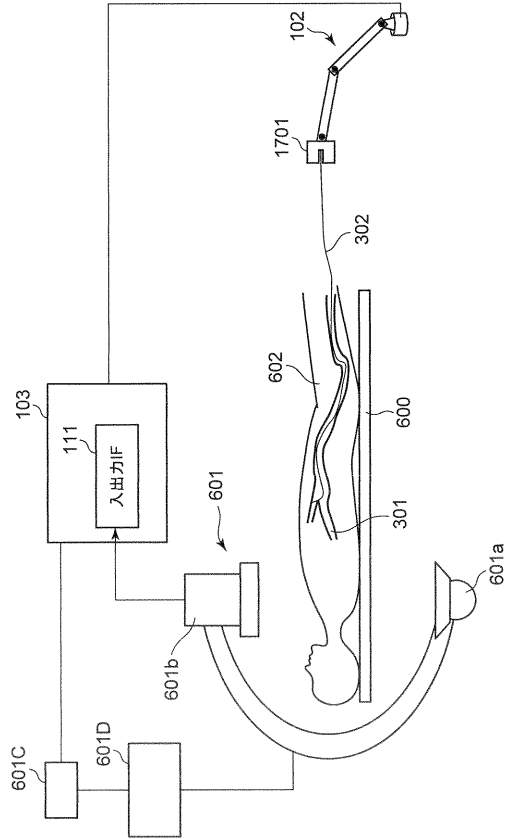
【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



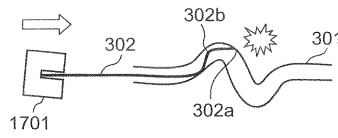
【 図 6 】



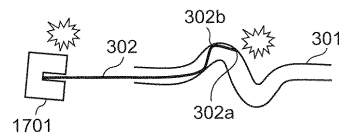
【 図 7 】

時間(ms)	挿入部材 移動情報
:	:
:	:
3652	0
3653	0
3654	0
3655	0
3656	0
3657	0
3658	1
3659	1
3660	1
:	:
:	:

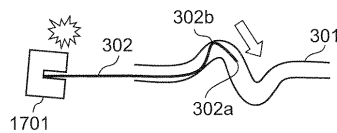
【 図 8 C 】



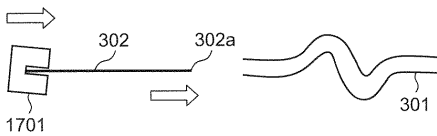
【 図 8 D 】



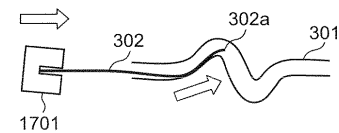
【 図 8 E 】



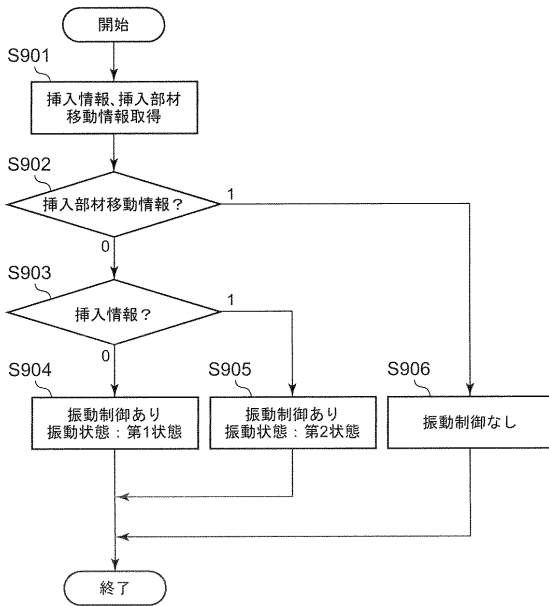
【 図 8 A 】



【 図 8 B 】



【図9】



【図10A】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
1	1	0	0

【図10B】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
1	0	1	15

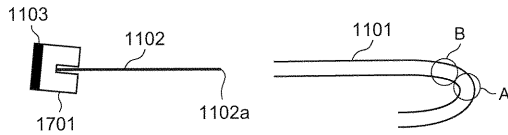
【図10C】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
0	0	1	30

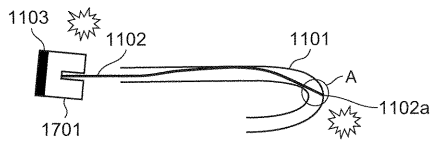
【図10D】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
0	1	0	0

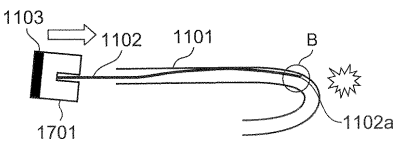
【図11】



【図12A】



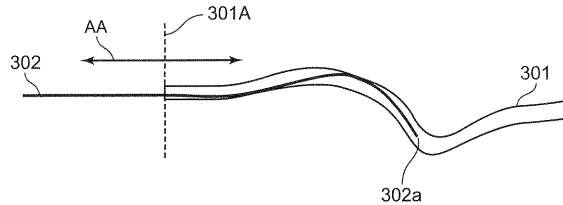
【図12B】



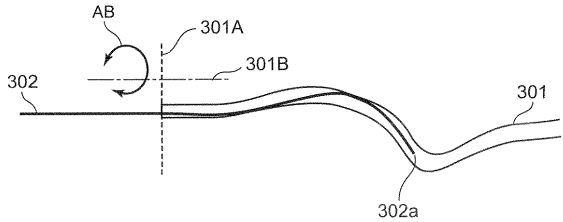
【図13】

振動開始位置	力の大きさ (N)
A	0.60
B	0.14

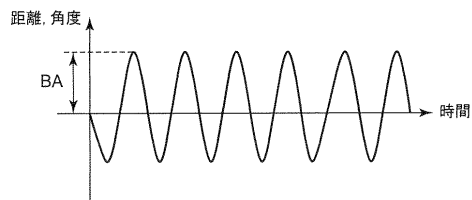
【図14A】



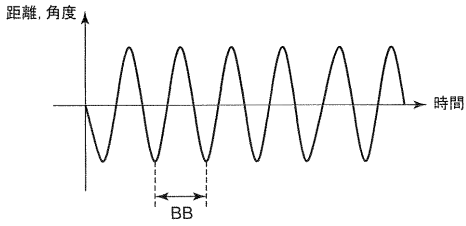
【図14B】



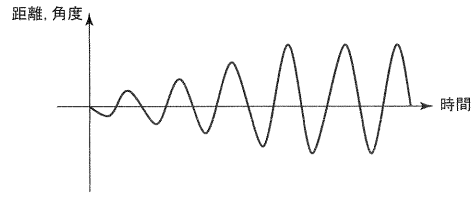
【図15A】



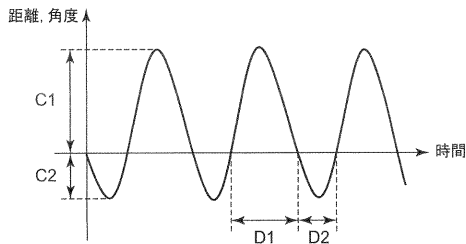
【図 15 B】



【図 15 E】



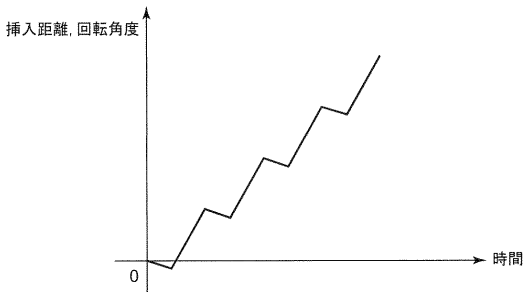
【図 15 C】



【図 16 A】

振幅	挿入距離 (mm)
大	125.37
小	115.38

【図 15 D】



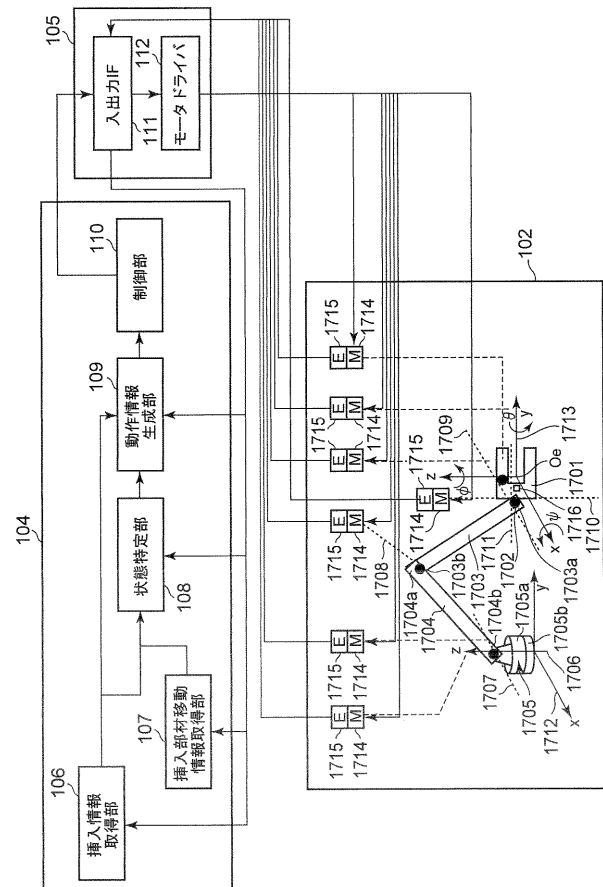
【図 16 B】

周期	挿入距離 (mm)
速	125.60
遅	119.10

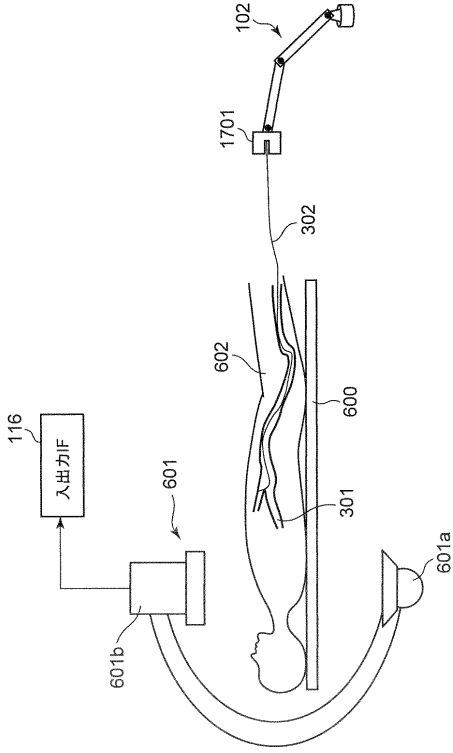
【図 17 A】

【図 16 C】

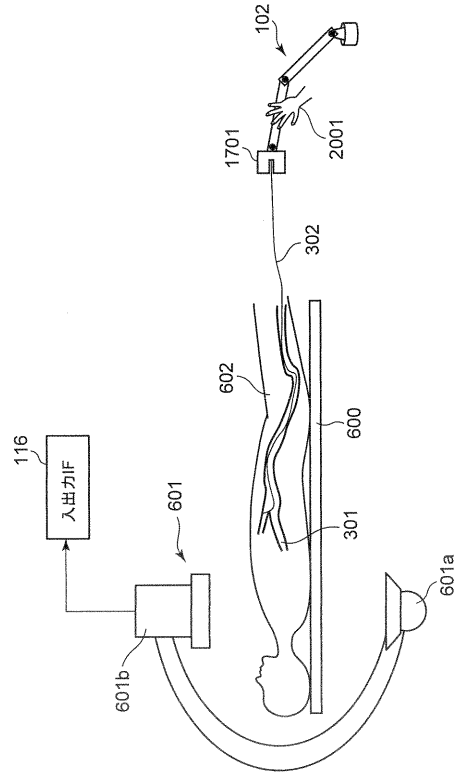
前進の比率	挿入距離 (mm)
大	132.62
小	125.78



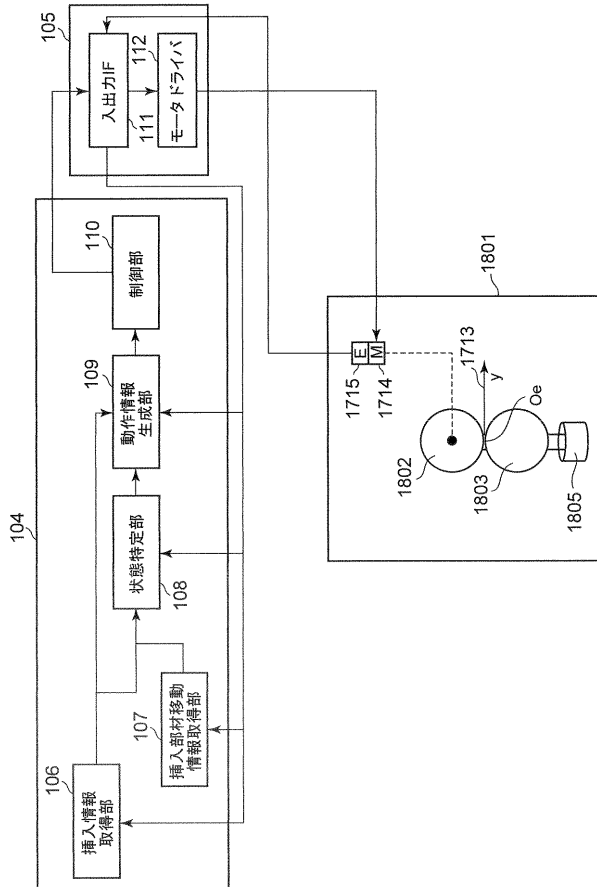
【図 17 B】



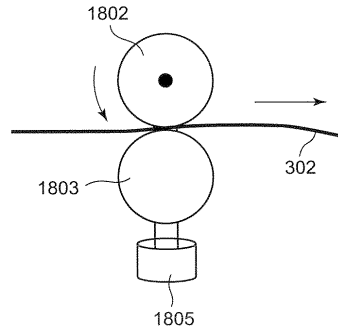
【図 17 C】



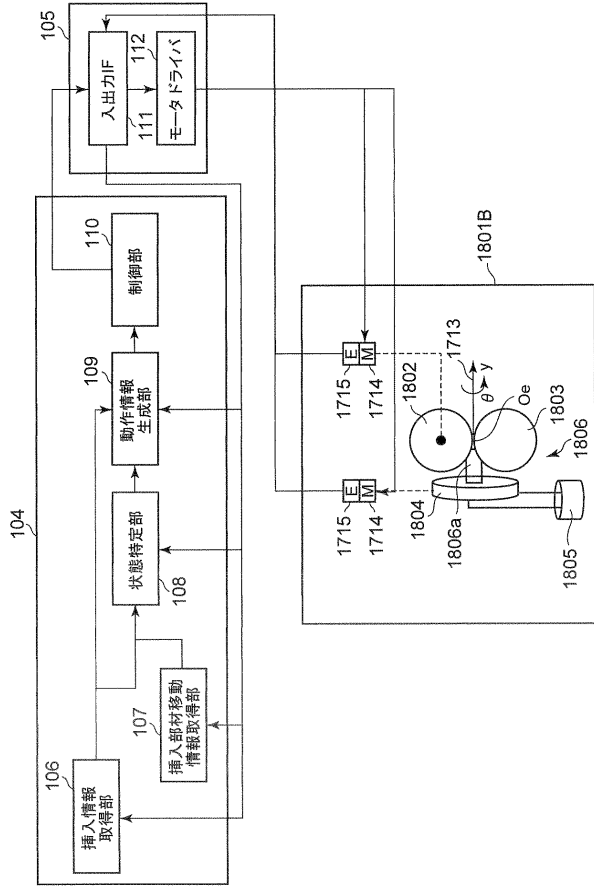
【図 18 A】



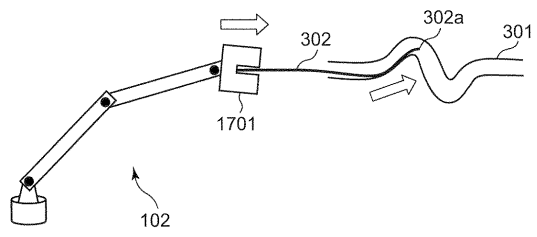
【図 18 B】



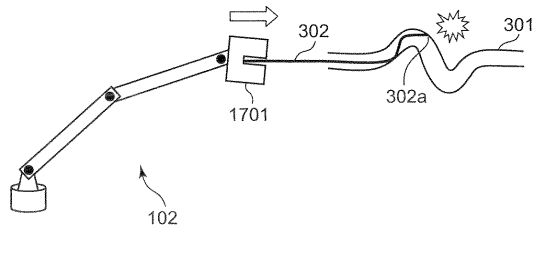
【図18C】



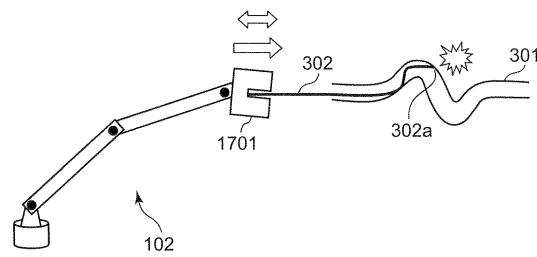
【図19A】



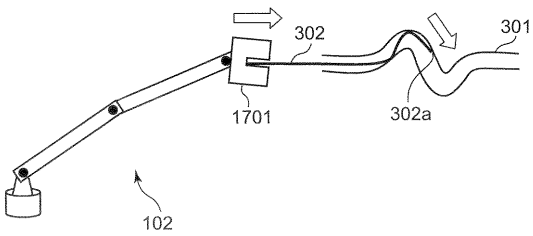
【図19B】



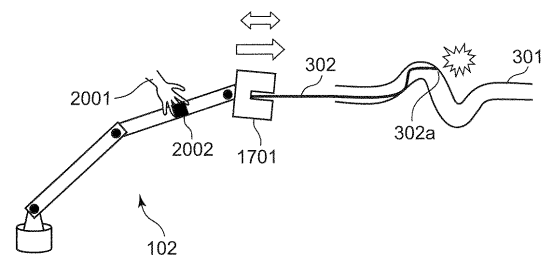
【図19C】



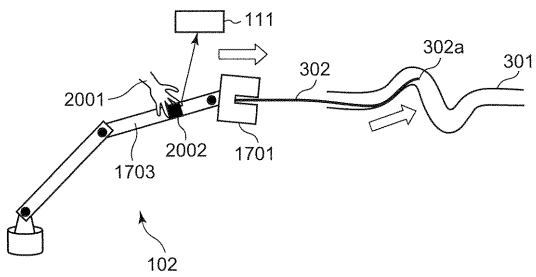
【図19D】



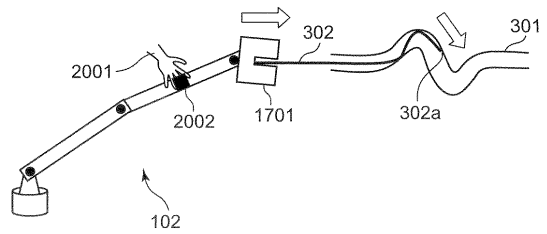
【図20C】



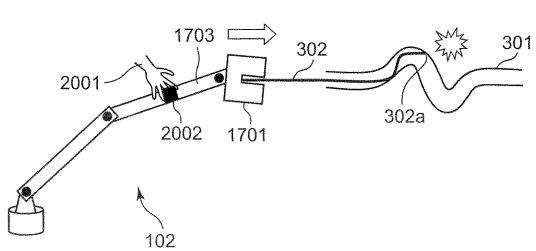
【図20A】



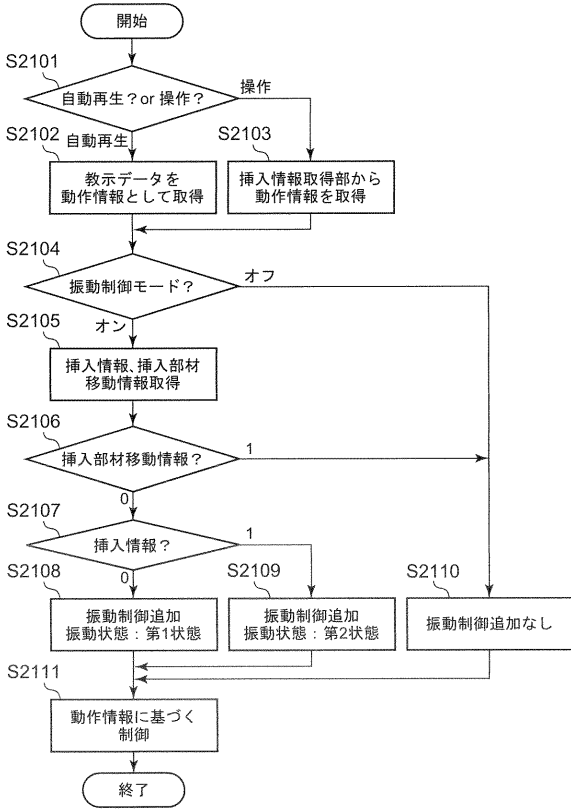
【図20D】



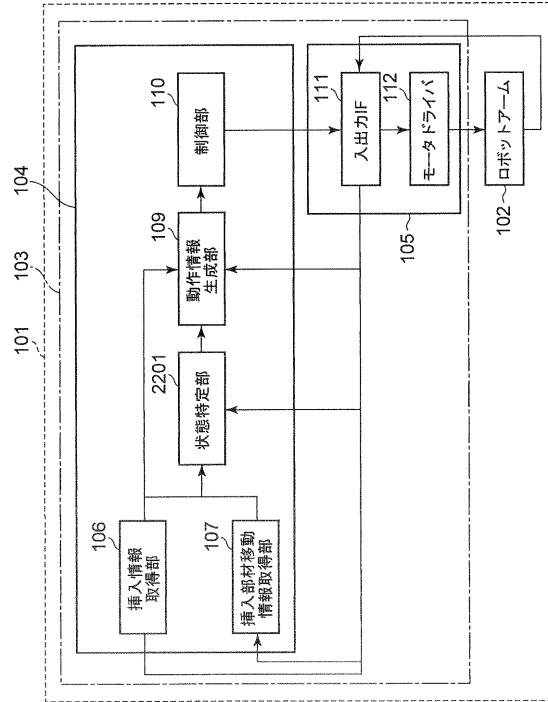
【図20B】



【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3 A】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
1	1	1	5

【図 2 3 B】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
1	0	1	15

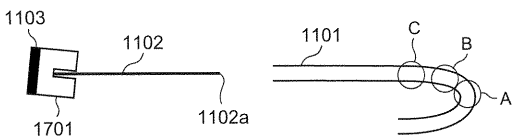
【図 2 3 C】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
0	0	1	30

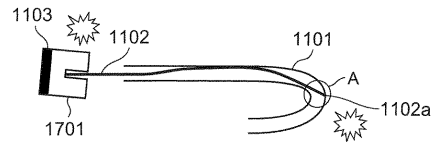
【図 2 3 D】

挿入情報	挿入部材移動情報	制御情報	振動情報
0	1	0	0

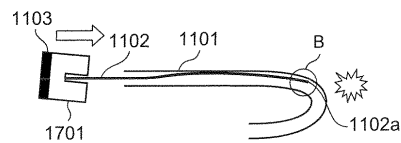
【図 2 4】



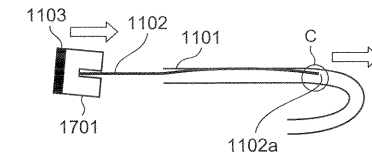
【図 2 5 A】



【図 2 5 B】



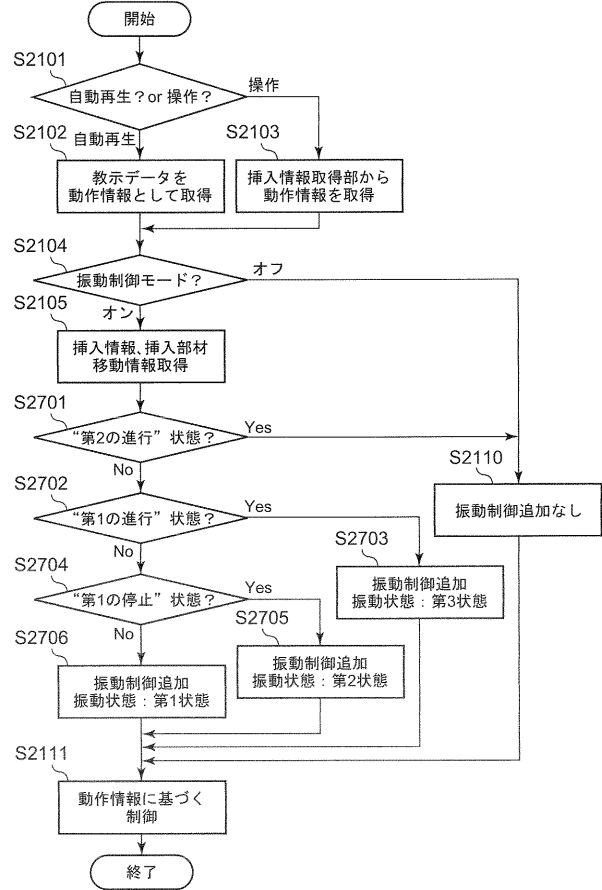
【図 2 5 C】



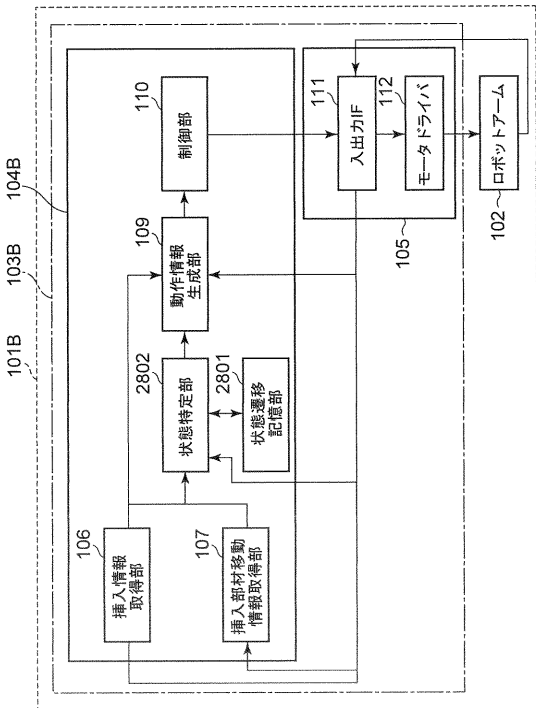
【図 2 6】

振動開始位置	挿入距離 (mm)
A	124.64
B	124.87
C	126.92

【図 2 7】



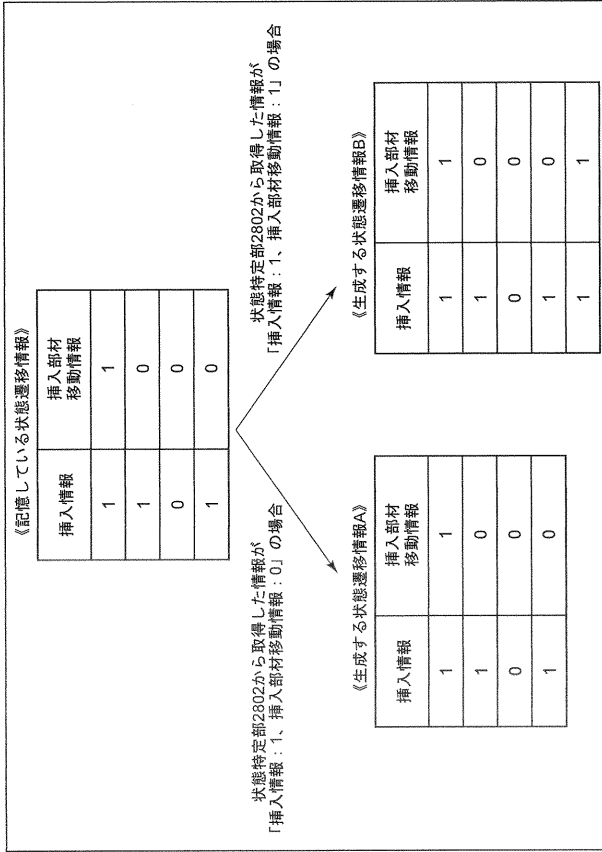
【図 2 8】



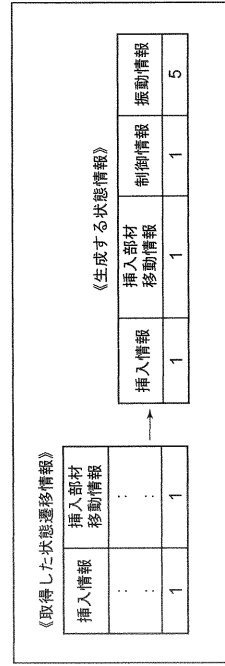
【図 2 9】

挿入情報	挿入部材移動情報
1	1
1	0
0	0
1	0

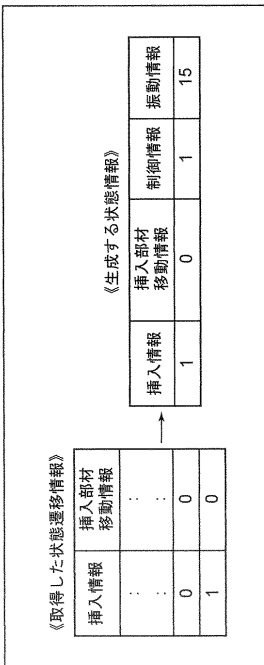
【 図 3 0 】



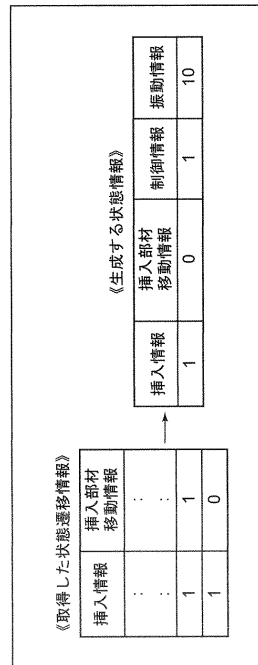
【 図 3 1 】



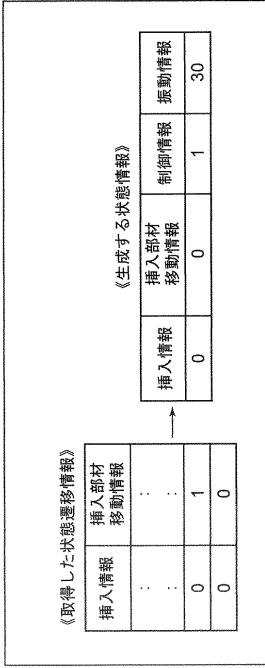
【 図 3 2 A 】



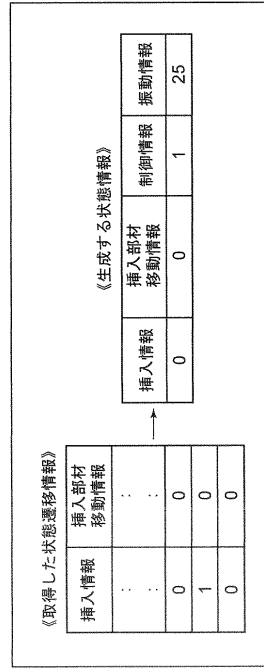
【 図 3 2 B 】



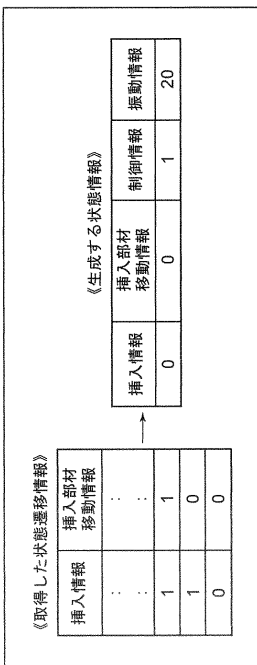
【 図 3 3 A 】



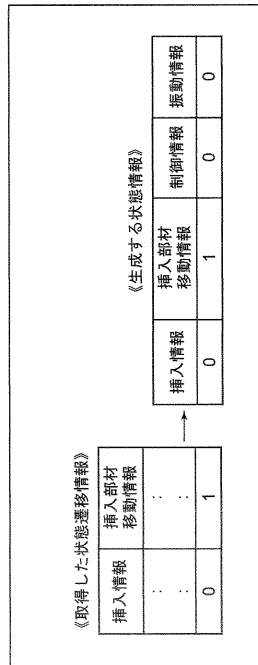
【 図 3 3 B 】



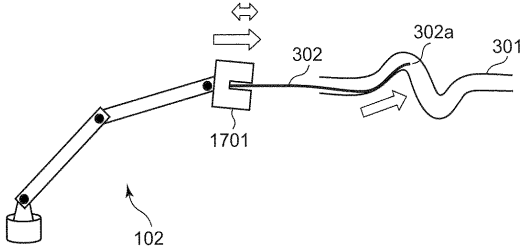
【 図 3 3 C 】



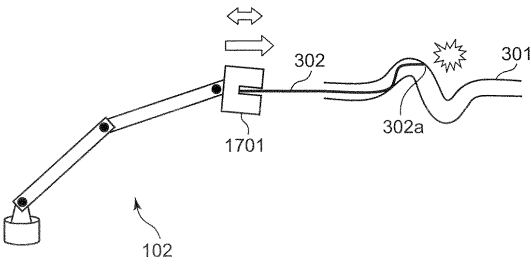
【 図 3 4 】



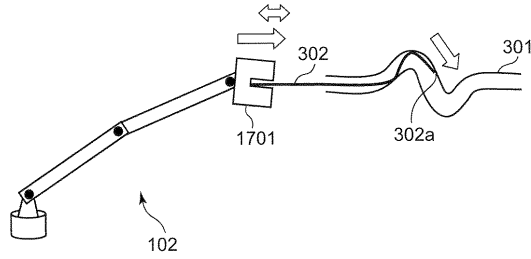
【図35A】



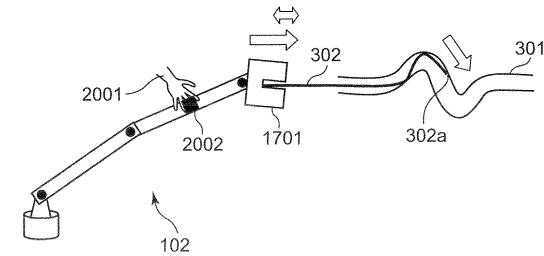
【図35B】



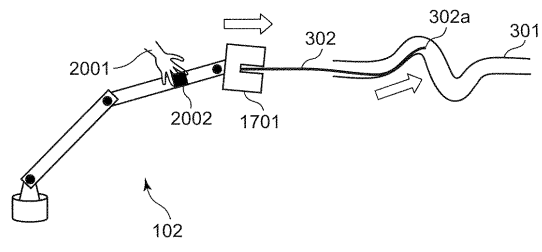
【図35C】



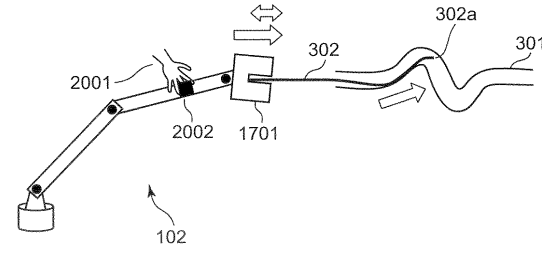
【図36D】



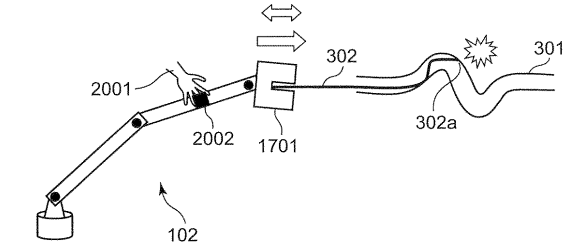
【図36A】



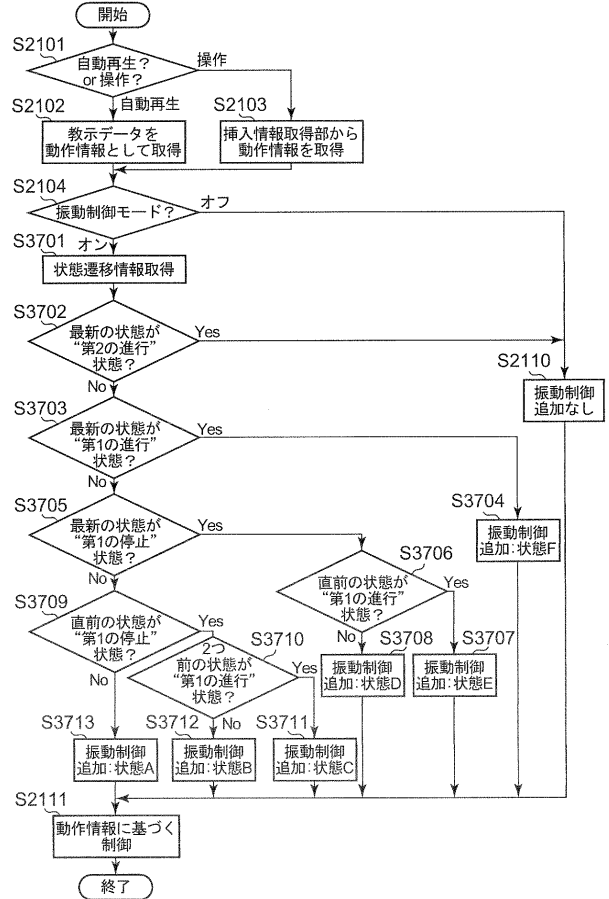
【図36B】



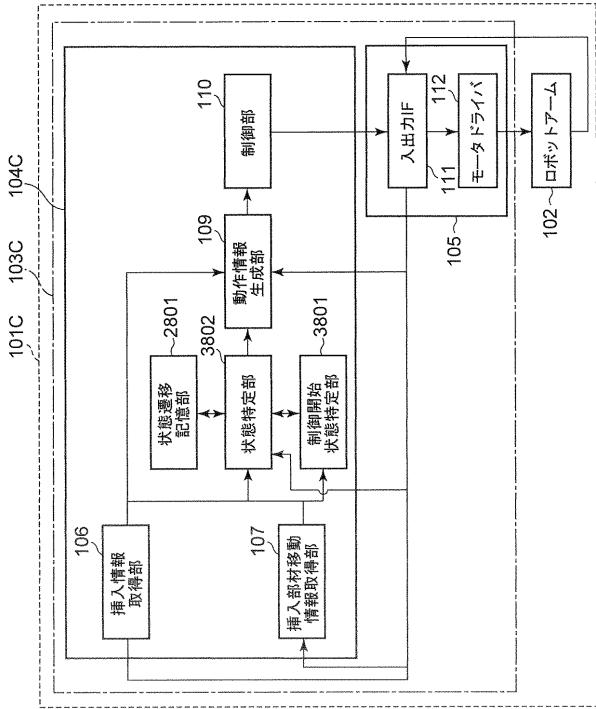
【図36C】



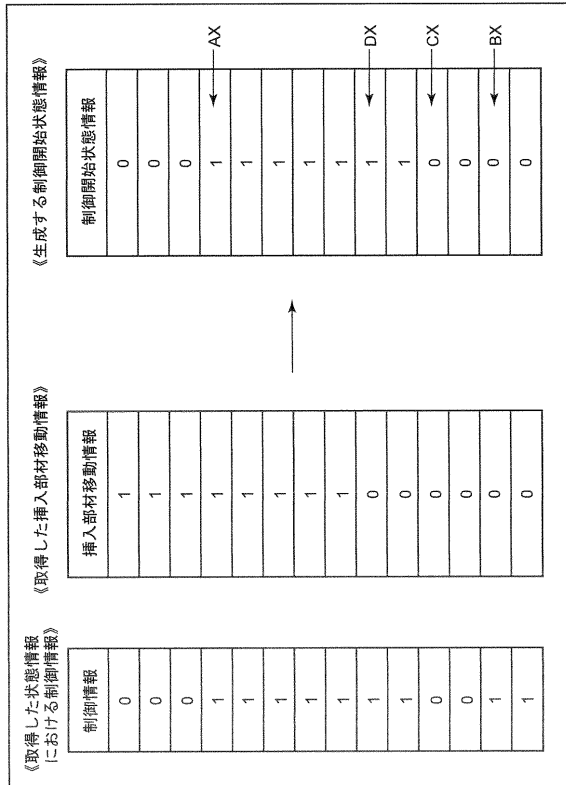
【図37】



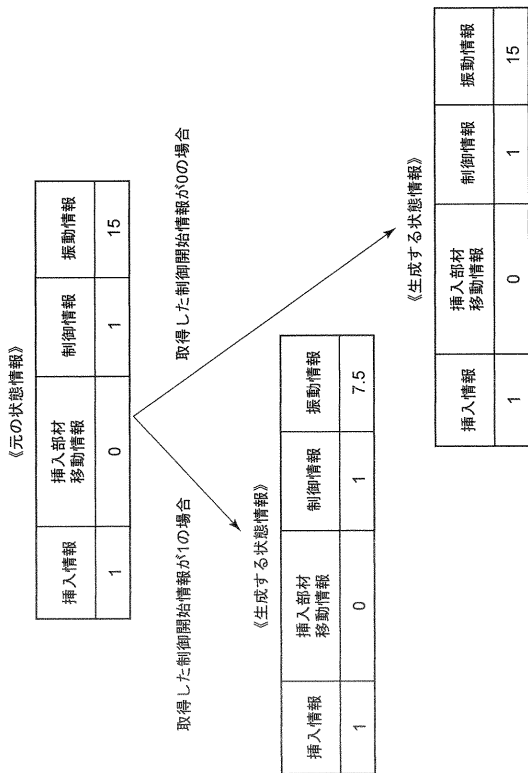
【図 38】



【図 39】



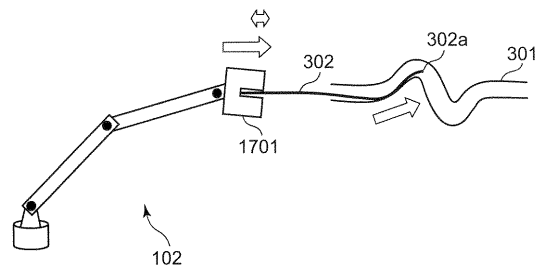
【図 40】



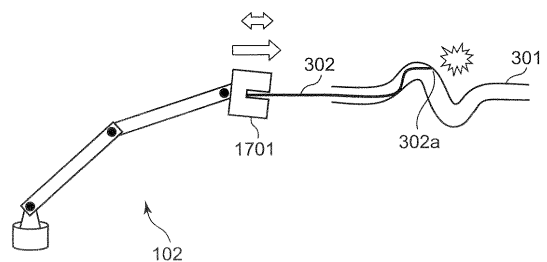
【図 41】

振動制御開始時	挿入距離 (mm)	力の大きさ (N)
移動	126.92	0.41
停止	123.68	0.46

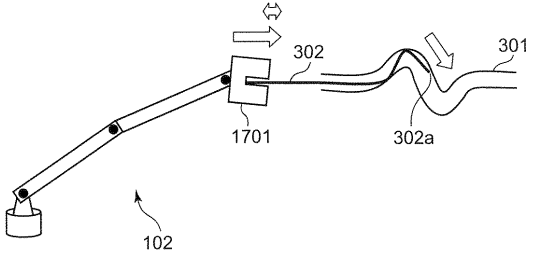
【図 42 A】



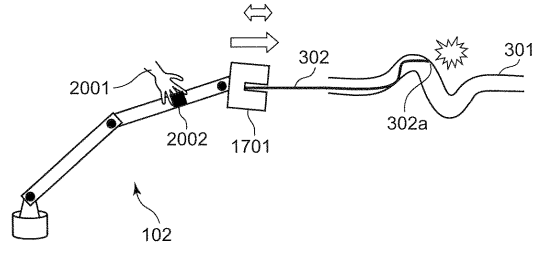
【図 42 B】



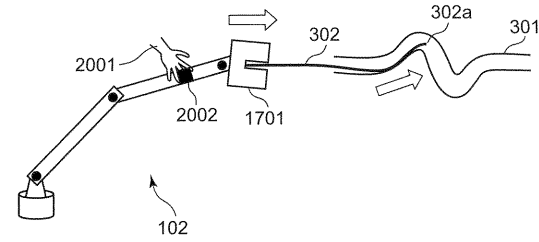
【図42C】



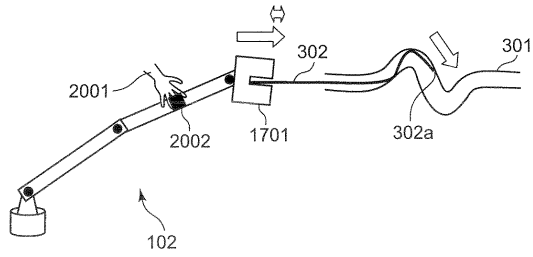
【図43C】



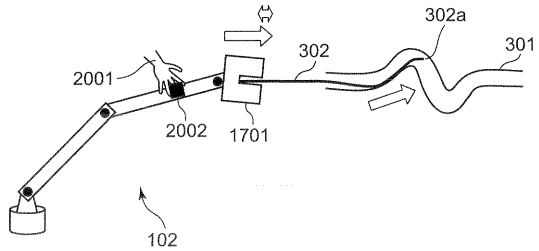
【図43A】



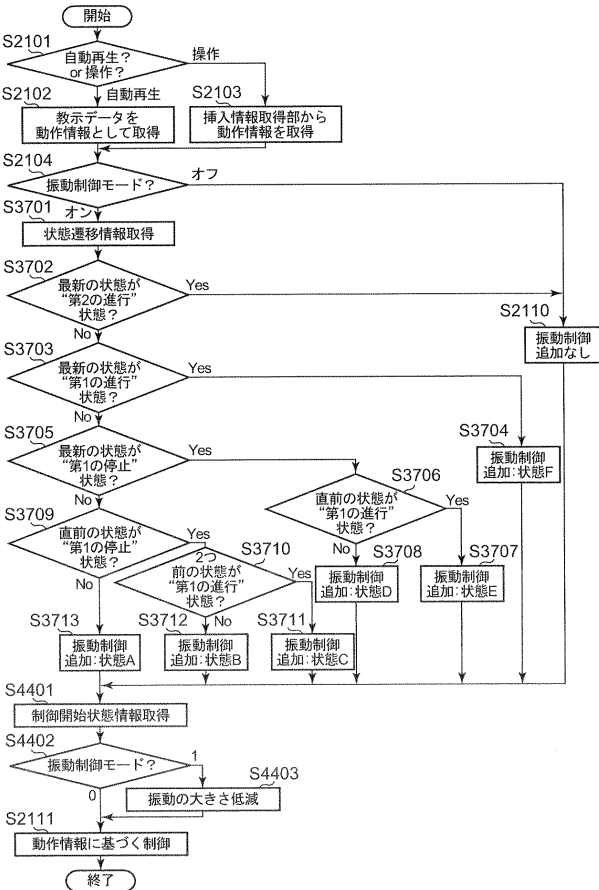
【図43D】



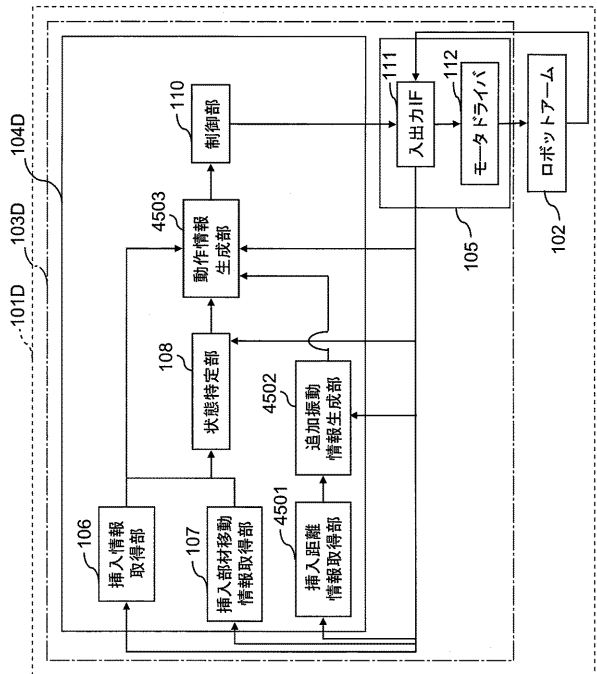
【図43B】



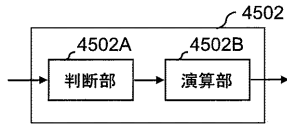
【図44】



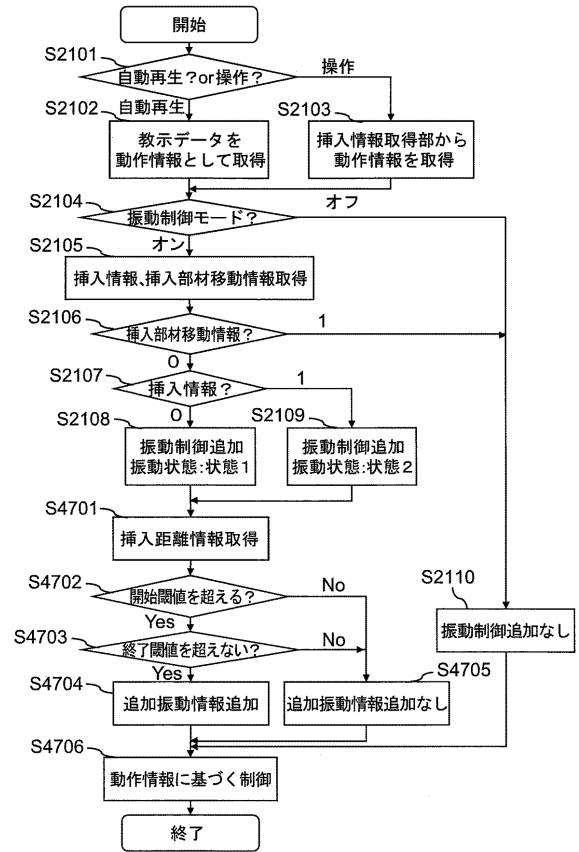
【図45】



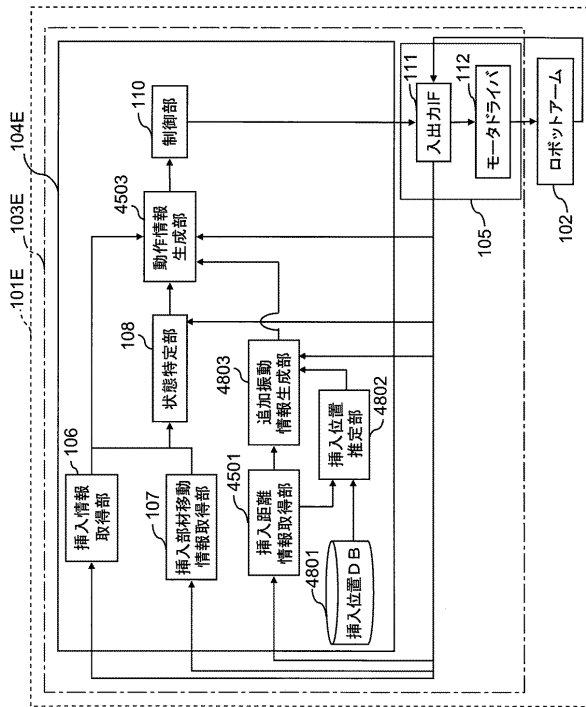
【図 4 6】



【図 4 7】



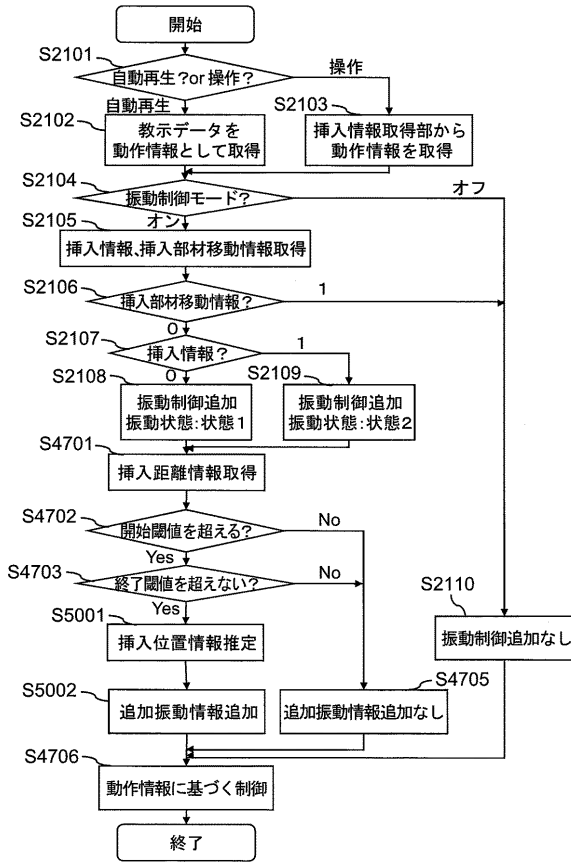
【図 4 8】



【図 4 9】

挿入距離 (mm)	人体部位	追加振動 (/mm)
:	:	:
1020 ~ 1045	臍静脈	+0.1
1046 ~ 1069	門脈	+0.1
1070 ~ 1100	静脈管	+0.2
1101 ~ 1151	下大静脈	+0.2
1152 ~	右房	-0.1

【図 5 0】



【手続補正書】

【提出日】平成26年5月15日(2014.5.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置であって、前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御

部と、

を備える、挿入装置の制御装置。

【請求項 2】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、前記挿入部材の前記非先端領域の移動動作の有無にかかわらず前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された、いずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 3】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加え、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記 (a) の第 1 先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (c) の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 4】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態及び前記 (c) の状態の特定に加えて、

(d) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第 2 先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (d) のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 3 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 5】

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された状態が前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態である場合、前記挿入部材の振動が、前記挿入部材の挿入方向及び / 又は前記挿入部材の挿入方向を中心とする回転方向である前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 6】

前記動作情報生成部は、前記 (b) の第 2 先端停止状態の振動は、前記 (a) の第 1 先端停止状態の振動よりも、振動の振幅、振動の周期、又は、前進の比率のいずれかを大きくするように前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の挿入装置の制御装置。

【請求項 7】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加えて、

(o) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第 1 先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状

態、前記（b）の第2先端停止状態、又は、前記（o）の第1先端領域移動状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、請求項1に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項8】

さらに、

前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を時系列順に並べた状態遷移情報を生成し、生成された前記状態遷移情報を記憶する状態遷移記憶部を備え、

前記状態遷移記憶部は、前記状態遷移情報を生成するとき、

（A）前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と異なる場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加する一方、

（B）前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と同じ場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加しないととも、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、及び、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報を用いて、

（e）前記状態遷移情報中の最新の状態が前記（a）の第1先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記（o）の第1先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を振動させる状態であると特定し、

（f）前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記（a）の第1先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記（o）の第1先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記（e）の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

（g）前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記（b）の第2先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記（a）の第1先端停止状態であり、かつ2つ前の状態が前記（o）の第1先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を前記（f）の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

（h）前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記（b）の第2先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記（a）の第1先端停止状態であり、かつ2つ前の状態が前記（o）の第1先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記（g）の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記（e）～（h）の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項7に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項9】

前記状態特定部は、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

（c）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記（a）の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定するとともに、

前記非先端領域移動情報取得部より取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、及び前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報を用いて、前記（e）～（h）の状態の特定に加え、

（i）前記状態遷移情報中の前記最新の状態が、前記（c）の状態の場合は、前記挿入部材を前記（a）の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

（j）前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記（b）の第2先端停止状態、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記（a）の第1先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記（h）の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(k) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(d)の第2先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)~(k)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項8に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項10】

前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを大きくする追加振動情報を生成する追加振動情報生成部とを有して、

前記動作情報生成部は、前記追加振動情報生成部から取得した前記追加振動情報を、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための振動の情報に追加して、動作情報を生成する、

請求項1の挿入装置の制御装置。

【請求項11】

前記追加振動情報生成部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報が第一閾値を上回り、かつ前記第一閾値よりも大きい第二閾値を下回る場合において、前記追加振動情報を生成する、

請求項10の挿入装置の制御装置。

【請求項12】

前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、振動の大きさを変更する追加振動情報を生成する追加振動情報生成部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置を推定し、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置に応じて前記追加振動情報を生成して前記追加振動情報生成部に出力する挿入位置推定部と、を備え、

前記追加振動情報生成部は、前記挿入位置推定部から取得した前記追加振動情報を前記動作情報生成部に出力する、

請求項1の挿入装置の制御装置。

【請求項13】

前記挿入位置推定部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを小さくする追加振動情報を生成する

請求項12の挿入装置の制御装置。

【請求項14】

請求項1~13のいずれか1つに記載の挿入装置の制御装置を備える挿入装置。

【請求項15】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御方法であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を先端移動情報取得部で取得し、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を非先端領域移動情報取得部で取得し、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、状態特定部で、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定し、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を動作情報生成部で生成し、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御部で制御する、挿入装置の制御方法。

【請求項16】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムであって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

（a）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

（b）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記（a）の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御装置の制御プログラム。

【請求項17】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

（a）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

（b）前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記（a）の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記（a）の第1先端停止状態又は前記（b）の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項18】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御用集積電子回路であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御用集積電子回路。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

本発明の第 3 態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態の特定に加え、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記 (a) の第 1 先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記 (a) ~ (c) の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第 1 の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

本発明の前記第 3 態様によれば、挿入部材の非先端領域の移動が有り、かつ先端の移動が有る場合において振動を行うので、挿入時にスムーズに挿入することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

本発明の第 4 態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記 (a) の第 1 先端停止状態及び前記 (b) の第 2 先端停止状態及び前記 (

c) の状態の特定に加えて、

(d) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第2先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)～(d)のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第3態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

本発明の第7態様によれば、前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態の特定に加えて、

(o) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第1先端領域移動状態であると特定し

、前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態、前記(b)の第2先端停止状態、又は、前記(o)の第1先端領域移動状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第1の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

本発明の前記第7態様によれば、挿入部材の先端領域の移動の有無と非先端領域の移動の有無とによって状態を3つに分け、状態ごとに振動を変化させることによって、生体管への負荷を低減することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

本発明の第8態様によれば、さらに、

前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を時系列順に並べた状態遷移情報を生成し、生成された前記状態遷移情報を記憶する状態遷移記憶部を備え、

前記状態遷移記憶部は、前記状態遷移情報を生成するとき、

(A) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と異なる場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加する一方、

(B) 前記状態特定部より取得した状態が、直前に前記状態特定部より取得した状態と同じ場合は、前記状態特定部が取得した前記非先端領域移動情報及び前記先端移動情報を状態遷移情報に追加しないととも、

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部より取得した前記非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した前記先端移動情報、及び、前記状態遷移記憶部より取得した前記状態遷移情報を用いて、

(e) 前記状態遷移情報中の最新の状態が前記(a)の第1先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(o)の第1先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を振動させる状態であると特定し、

(f) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(a)の第1先端停止状態であり、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(o)の第1先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記(e)の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(g) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(b)の第2先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(a)の第1先端停止状態であり、かつ2つ前の状態が前記(o)の第1先端領域移動状態である場合は、前記挿入部材を前記(f)の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(h) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(b)の第2先端停止状態であり、前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(a)の第1先端停止状態であり、かつ2つ前の状態が前記(o)の第1先端領域移動状態でない場合は、前記挿入部材を前記(g)の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)～(h)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第7の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

本発明の第9態様によれば、前記状態特定部は、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記(a)の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定するとともに、

前記非先端領域移動情報取得部より取得した非先端領域移動情報、前記先端移動情報取得部より取得した先端移動情報、及び前記状態遷移記憶部より取得した状態遷移情報を用いて、前記(e)～(h)の状態の特定に加え、

(i) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が、前記(c)の状態の場合は、前記挿入部材を前記(a)の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

(j) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(b)の第2先端停止状態、かつ前記状態遷移情報中の直前の状態が前記(a)の第1先端停止状態でない場合は、前記挿入部材を前記(h)の状態より大きく振動させる状態であると特定し、

(k) 前記状態遷移情報中の前記最新の状態が前記(d)の第2先端領域移動状態の場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(e)～(k)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

第8の態様に記載の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

本発明の第 1 4 態様によれば、前記挿入部材の前記先端の前記生体内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、振動の大きさを変更する追加振動情報を生成する追加振動情報生成部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置を推定し、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置に応じて前記追加振動情報を生成して前記追加振動情報生成部に出力する挿入位置推定部と、を備え、

前記追加振動情報生成部は、前記挿入位置推定部から取得した前記追加振動情報を前記動作情報生成部に出力する、

第 1 態様の挿入装置の制御装置を提供する。

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 9 月 25 日 (2014.9.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置であって、前記挿入部材の先端の前記生体内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、
状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御装置。

【請求項2】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態の特定に加えて、前記挿入部材の前記非先端領域の移動動作の有無にかかわらず前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された、いずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項1に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項3】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態の特定に加え、

(c) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を前記(a)の第1先端停止状態より小さく振動させる状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)～(c)の状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項1に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項4】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態及び前記(c)の状態の特定に加えて、

(d) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第2先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)～(d)のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項3に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項5】

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された状態が前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態である場合、前記挿入部材の振動が、前記挿入部材の挿入方向及び/又は前記挿入部材の挿入方向を中心とする回転方向である前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項1に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項6】

前記動作情報生成部は、前記(b)の第2先端停止状態の振動は、前記(a)の第1先端停止状態の振動よりも、振動の振幅、振動の周期、又は、前進の比率のいずれかを大きくするように前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項1～5のいずれか1つに記載の挿入装置の制御装置。

【請求項7】

前記状態特定部は、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、前記(a)の第1先端停止状態及び前記(b)の第2先端停止状態の特定に加えて、

(o)前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が有る場合は、前記挿入部材を振動させない第1先端領域移動状態であると特定し、

前記動作情報生成部は、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態、前記(b)の第2先端停止状態、又は、前記(o)の第1先端領域移動状態のいずれかの状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する、

請求項1に記載の挿入装置の制御装置。

【請求項8】

前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを大きくする追加振動情報を生成する追加振動情報生成部とを有して、

前記動作情報生成部は、前記追加振動情報生成部から取得した前記追加振動情報を、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための振動の情報に追加して、動作情報を生成する、

請求項1の挿入装置の制御装置。

【請求項9】

前記追加振動情報生成部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報が第一閾値を上回り、かつ前記第一閾値よりも大きい第二閾値を下回る場合において、前記追加振動情報を生成する、

請求項8の挿入装置の制御装置。

【請求項10】

前記挿入部材の前記先端の前記生体管内の移動距離を示す挿入距離情報を取得する挿入距離情報取得部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、振動の大きさを変更する追加振動情報を生成する追加振動情報生成部と、

前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置を推定し、前記生体管に対する前記挿入部材の前記先端の位置に応じて前記追加振動情報を生成して前記追加振動情報生成部に出力する挿入位置推定部と、を備え、

前記追加振動情報生成部は、前記挿入位置推定部から取得した前記追加振動情報を前記動作情報生成部に出力する、

請求項1の挿入装置の制御装置。

【請求項11】

前記挿入位置推定部は、前記挿入距離情報取得部から取得した前記挿入距離情報を基に、挿入距離が長いほど振動の大きさを小さくする追加振動情報を生成する

請求項10の挿入装置の制御装置。

【請求項12】

請求項1～11のいずれか1つに記載の挿入装置の制御装置を備える挿入装置。

【請求項13】

生体管に対するカテーテル又は内視鏡の挿入部材の挿入装置の作動方法であって、先端移動情報取得部が、前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得し、

非先端領域移動情報取得部が、前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得し、

状態特定部が、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定し、

動作情報生成部が、前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成し、

制御部が、前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する、挿入装置の作動方法。

【請求項 1 4】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムであって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御装置の制御プログラム。

【請求項 1 5】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータを、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第 1 先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記 (a) の前記第 1 先端停止状態より大きく振動させる第 2 先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記 (a) の第 1 先端停止状態又は前記 (b) の第 2 先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

として機能させるための、挿入装置の制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 16】

生体管にカテーテル又は内視鏡の挿入部材を挿入する挿入装置の制御用集積電子回路であって、

前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得する先端移動情報取得部と、

前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得する非先端領域移動情報取得部と、

前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動させる第2先端停止状態であると特定する、

状態特定部と、

前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成する動作情報生成部と、

前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する制御部と、

を備える、挿入装置の制御用集積電子回路。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

本発明の第17態様によれば、生体管に対するカテーテル又は内視鏡の挿入部材の挿入装置の作動方法であって、

先端移動情報取得部が、前記挿入部材の先端の前記生体管内の移動の有無を示す先端移動情報を取得し、

非先端領域移動情報取得部が、前記挿入部材の前記先端以外の非先端領域の前記生体管内の移動動作の有無を示す非先端領域移動情報を取得し、

状態特定部が、前記非先端領域移動情報取得部が取得した前記非先端領域移動情報と、前記先端移動情報取得部が取得した前記先端移動情報とを用いて、

(a) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が有り、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を振動させる第1先端停止状態であると特定し、

(b) 前記挿入部材の前記非先端領域の移動が無く、かつ前記挿入部材の前記先端の移動が無い場合は、前記挿入部材を前記(a)の前記第1先端停止状態より大きく振動

させる第2先端停止状態であると特定し、

動作情報生成部が、前記状態特定部により特定された前記(a)の第1先端停止状態又は前記(b)の第2先端停止状態を行なうための前記挿入装置の動作情報を生成し、

制御部が、前記動作情報生成部が生成した動作情報に基づいて前記挿入装置の動作を制御する、挿入装置の作動方法を提供する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2013/004147
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61M25/00(2006.01)i, A61B19/00(2006.01)i, B25J13/08(2006.01)i 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) A61M25/00, A61B19/00, B25J13/08, A61B1/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-2319 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 January 1992 (07.01.1992), entire text; all drawings & US 5060632 A	1-20
A	JP 4-357925 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 December 1992 (10.12.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 4-24016 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 28 January 1992 (28.01.1992), entire text; all drawings & US 5681260 A	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 01 October, 2013 (01.10.13)		Date of mailing of the international search report 15 October, 2013 (15.10.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004147

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-211993 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 August 1993 (24.08.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 4 1 4 7									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61M25/00(2006.01)i, A61B19/00(2006.01)i, B25J13/08(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61M25/00, A61B19/00, B25J13/08, A61B1/00											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2013年										
日本国実用新案登録公報	1996-2013年										
日本国登録実用新案公報	1994-2013年										
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 4-2319 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.01.07, 全文, 全図 & US 5060632 A	1-20									
A	JP 4-357925 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.12.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20									
A	JP 4-24016 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.01.28, 全文, 全図 & US 5681260 A	1-20									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 01.10.2013		国際調査報告の発送日 15.10.2013									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 倉橋 紀夫	3E 9622								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3344									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 0 4 1 4 7
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5-211993 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.08.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2 0

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, 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), OA(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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 佐藤 太一

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 3C707 AS07 AS35 BS10 JT09 KS02 KS03 KS33 KX05 KX19 LV14

LV17

4C161 GG22

4C167 AA32 BB02 BB43 BB45 BB53 CC08

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	插入装置的控制装置和操作方法，具有控制装置的插入装置，插入装置的控制程序，		
公开(公告)号	JPWO2014010207A1	公开(公告)日	2016-06-20
申请号	JP2014523864	申请日	2013-07-04
申请(专利权)人(译)	松下IP管理有限公司		
[标]发明人	札幌勇大 津坂優子 佐藤太一		
发明人	札幌 勇大 津坂 優子 佐藤 太一		
IPC分类号	A61M25/00 A61B90/00 A61B1/00 B25J13/08		
CPC分类号	A61B34/30 A61B1/0016 A61B5/066 A61B34/32 A61B2017/22001 A61B2017/22014 A61B2034/301 A61M25/01 A61M2025/0166 G05B19/423 G05B2219/37569 G05B2219/39195 G05B2219/40028 G05B2219/45118		
FI分类号	A61M25/00.309.Z A61B19/00.502 A61B1/00.300.B B25J13/08.Z		
F-TERM分类号	3C707/AS07 3C707/AS35 3C707/BS10 3C707/JT09 3C707/KS02 3C707/KS03 3C707/KS33 3C707 /KX05 3C707/KX19 3C707/LV14 3C707/LV17 4C161/GG22 4C167/AA32 4C167/BB02 4C167/BB43 4C167/BB45 4C167/BB53 4C167/CC08		
代理人(译)	田中，三夫		
优先权	2012154847 2012-07-10 JP		
其他公开文献	JP5676054B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在插入装置的控制装置(104)中，通过状态识别部(108)来识别插入构件(302)的状态，并根据该状态进行振动控制，从而堵塞插入构件的前端(302a)。如果是这样，则通过不会引起过载的适当幅度的振动消除堵塞。

