

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特 許 公 報(B2)

(11)特許番号  
特許第7319629号  
(P7319629)

(45)発行日 令和5年8月2日(2023.8.2)

(24)登録日 令和5年7月25日(2023.7.25)

(51)Int.Cl.

B 2 5 J

9/14

(2006.01)

B 2 5 J

18/06

(2006.01)

B 2 5 J

19/00

(2006.01)

F I

B 2 5 J

9/14

B 2 5 J

18/06

B 2 5 J

19/00

A

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21)出願番号	特願2019-156170(P2019-156170)	(73)特許権者	899000068
(22)出願日	令和1年8月28日(2019.8.28)		学校法人早稲田大学
(65)公開番号	特開2021-30404(P2021-30404A)		東京都新宿区戸塚町1丁目104番地
(43)公開日	令和3年3月1日(2021.3.1)	(74)代理人	100114524
審査請求日	令和4年8月22日(2022.8.22)		弁理士 榎本 英俊
		(72)発明者	石井 裕之
			東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学
			校法人早稲田大学内
		(72)発明者	佐竹 祐紀
			東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学
			校法人早稲田大学内
		審査官	樋口 幸太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】自己伸展型推進装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体エネルギーにより、所定部分を伸展させながらその先端側を移動させる自己伸展型推進装置において、

前記流体エネルギーを有する流体を供給する流体供給部と、前記流体エネルギーによる推進力が作用する本体とを備え、

前記本体は、前記流体供給部に繋がり、前記流体が通過する内部空間が形成されたチューブと、当該チューブの伸展により移動可能なヘッドとを備え、

前記ヘッドは、前記流体供給部から前記チューブ内に供給される前記流体の流れを規制しながら前記チューブを支持する支持部と、前記チューブの一部分を加工する加工部とを備え、

前記支持部は、前記流体供給部側となる上流側の前記内部空間に供給される前記流体の圧力により、前記チューブを前記上流側に引き出しながら、当該チューブの引き出し方向と反対方向に前記ヘッドを推進させる支持構造をなし、

前記加工部では、前記内部空間を部分的に狭小させ、他の未加工部位よりも前記流体の通過流量が減少するように、前記チューブの内周面内の所定部分同士が接合されてなる接合部位を形成し、

前記接合部位は、前記上流側に引き出されて前記内部空間に前記流体が供給されたときに、当該流体の圧力によって、前記チューブが前記接合部位の外方に屈曲可能となるように形成されることを特徴とする自己伸展型推進装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記加工部では、前記チューブを所定の形状に熱溶着することにより、前記接合部位が形成されることを特徴とする請求項 1 記載の自己伸展型推進装置。

## 【請求項 3】

前記加工部では、前記チューブを前記内部空間が殆ど無いシート状とした状態で、その平面視での外縁側領域を熱溶着することを特徴とする請求項 2 記載の自己伸展型推進装置。

## 【請求項 4】

前記ヘッドは、前記内部空間の殆ど無いシート状とした前記チューブが未伸展状態で保持されるチューブ保持部を更に備えるとともに、前記上流側の前記内部空間への前記流体の供給により、前記チューブ保持部の前記チューブが、前記加工部、前記支持部の順に通過するように繰り出されながら伸展する構造をなすことを特徴とする請求項 1 記載の自己伸展型推進装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、流体エネルギーにより、所定部分を伸展させながらその先端側を移動させる自己伸展型推進装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

日本国内には、約 8800 種の維管束植物が存在するとされている。ところが、これらの生態調査は全てに対して完全に行われている訳ではなく、当該調査のためには、花や果実、葉の観察、採取が必要となるが、樹木の中には、それらを高所にしかつけないものも存在する。このような場合には、高所での樹木の観察や採取等の軽作業を行うための道具が必要となる。当該道具としては、例えば、特許文献 1 に示されるように、地上側からの操作によって伸縮自在となるパイプの先端にカメラ等を取り付けた高所移動装置が知られている。

20

## 【0003】

また、建物の床下、天井裏等、建築構造物を破壊しなければ人間の立ち入りが困難となる狭い空間において、その周囲環境を調査、点検する際に、当該環境のモニタリングを可能にする無人の自律移動装置が必要となる。そこで、特許文献 2 では、床下、屋根裏等の作業困難な場所での調査や点検を行う作業ロボットが提案されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】 特開 2002-228088 号公報

【特許文献 2】 特開 2009-125889 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

前記特許文献 1 の高所移動装置については、パイプの上下方向の移動しか許容されておらず、複雑に延びる枝等の障害物を避けながら高所にアクセス可能にするためには、複数のパイプを相対的に屈曲可能に接続する関節構造が更に必要となる。ところが、高所までアクセス可能にする程、その屈曲自由度を高めるために前記関節構造をより多くの部分に設ける必要があり、地上側から各関節部分を操作できるようにするには、複雑な機構等が必要になる。また、機構上の関節構造では、関節部位が固定されており、任意の部位での屈曲に制約が生じる。

40

## 【0006】

前記特許文献 2 の作業ロボットにおいては、複数の車輪を使って地面を移動する構造が採用されており、当該車輪を動作させるための複雑な駆動機構が必要となるため、ロボット本体の小型軽量化の阻害要因となり、高所や狭い場所へのロボットの移動に制約

50

が生じることになる。

【0007】

本発明は、このような課題を解決するために案出されたものであり、その目的は、簡易な構成により、複雑な作業環境にも対応可能となる自己伸展型推進装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するため、本発明は、主として、流体エネルギーにより、所定部分を伸展させながらその先端側を移動させる自己伸展型推進装置において、前記流体エネルギーを有する流体を供給する流体供給部と、前記流体エネルギーによる推進力が作用する本体とを備え、前記本体は、前記流体供給部に繋がり、前記流体が通過する内部空間が形成されたチューブと、当該チューブの伸展により移動可能なヘッドとを備え、前記ヘッドは、前記流体供給部から前記チューブ内に供給される前記流体の流れを規制しながら前記チューブを支持する支持部と、前記チューブの一部分を加工する加工部とを備え、前記支持部は、前記流体供給部側となる上流側の前記内部空間に供給される前記流体の圧力により、前記チューブを前記上流側に引き出ししながら、その反対方向に前記ヘッドを推進させる支持構造をなし、前記加工部では、前記内部空間を部分的に狭小させるように、前記チューブの内周面内の所定部分同士が接合されてなる接合部位を形成し、前記接合部位は、前記上流側に引き出されて前記内部空間に前記流体が供給されたときに、当該流体の圧力によって、前記チューブの一部分が屈曲可能となるように形成される、という構成を採っている。

【発明の効果】

【0009】

本発明では、チューブ内に供給される流体の流れを規制しながらチューブを支持する支持部により、支持部より上流側におけるチューブ内の流体圧でチューブをその下流側から伸展させながらヘッドを移動させる。このため、ヘッドを移動する車輪等の複雑な駆動機構が不要となり、移動するヘッドを含む本体の装置構成を簡易且つ軽量にすることができる。また、チューブの一部分を加工する加工部では、ヘッドを移動させながら接合部位を任意に形成することが可能になる。このため、ヘッドの移動過程において、今後ヘッドが通過する場所での障害物の存在状況等に応じ、ヘッドの進行方向を変換するチューブの屈曲部位を任意に設定することができる。従って、本発明によれば、複雑な関節機構を設けることなく、障害物を避けるように伸びる植物の蔓のように、チューブを伸展させながら任意の場所で屈曲させるヘッドの移動が可能になる。しかも、カメラやセンサ等のモニタリング用の作業機器等をヘッドに搭載することで、人間のアクセスが困難であって障害物が不規則に点在するような複雑な作業環境にも対応可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】 本実施形態に係る自己伸展型推進装置の概略構成図である。

【図2】 本体の概略斜視図である。

【図3】 図3の概略断面側面図である。

【図4】 ヘッドの概略斜視図である。

【図5】 カバーを取り外した状態のヘッドの概略斜視図である。

【図6】 (A)～(C)は、チューブに空気が供給されたときの各種動作を説明するための概念図である。

【図7】 (A)～(C)は、自己伸展型推進装置でのヘッドの移動を説明するための平面視における概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0012】

図1には、本実施形態に係る自己伸展型推進装置の概略構成図が示されている。この図において、前記自己伸展型推進装置10は、流体エネルギーにより所定部分を伸展させながらその先端側を移動させる構造となっており、当該流体エネルギーを有する流体を供給する流体供給部11と、進行方向の前側となる先端側に位置し、流体エネルギーによる推進力が作用する本体12とを備えている。

【0013】

前記流体供給部11は、流体として用いられる空気を圧縮して本体12に供給するコンプレッサーからなる。なお、図示省略しているが、流体供給部11には、本体12への空気の流量を制御するバルブ等が取り付けられている。

【0014】

前記本体12は、図2及び図3に示されるように、流体供給部11に繋がり、流体供給部11からの空気が通過する内部空間が形成されたチューブ14と、チューブ14の伸展により移動可能なヘッド15とを備えている。

【0015】

本実施形態におけるチューブ14は、特に限定されるものではないが、ポリエチレンとナイロンとの2層構造からなり、熱溶着可能なラミネートフィルムで形成されている。なお、チューブ14としては、後述する部分加工が可能な限りにおいて、種々の材質からなるものを採用可能である。

【0016】

前記ヘッド15は、図2～図4に示されるように、左右一对のフレーム17、18と、内部空間の殆ど無いシート状としたチューブ14が未伸展状態で保持されるチューブ保持部20と、チューブ保持部20の隣に設けられ、シート状のチューブ14の一部分を加工する加工部21と、加工部21の隣に設けられ、シート状のチューブ14を支持する支持部22とを備えている。

【0017】

前記チューブ保持部20は、フレーム17、18に回転可能に取り付けられており、チューブ14が外周面に多重に巻回されるローラからなる。ここで、チューブ14は、内部空間の脱気によりその内周面が層状に密着してなるシート状でローラに巻回保持されており、シート状のまま加工部21側に繰り出し可能となっている。

【0018】

なお、チューブ保持部20としては、シート状のチューブ14を未伸展状態で保持可能である限り、前述の構成に限定されるものではなく、また、移動するヘッド15と別配置することもできる。

【0019】

前記加工部21は、各フレーム17、18に固定されており、上側のカバー24と、カバー24の下側でチューブ14を加熱する加熱部材25とからなり、これらカバー24及び加熱部材25の間には、シート状のチューブ14が図3中左右方向に摺動可能な状態で挟み込まれる。なお、カバー24及び加熱部材25にチューブ14が当接する表面は、チューブ14の幅方向に対し、ほぼ同一若しくは広いサイズの平面形状をなしている。

【0020】

前記加熱部材25は、図5に示されるように、表面にチューブ14が当接するベース27と、ベース27の表面における左右両側の2箇所それぞれ配置されたニクロム線28、29とからなる。これらニクロム線28、29は、ヘッド15と別に配置された図示しない電源から延びる電線に繋がっており、外部操作による通電によって発熱するようになっている。また、ニクロム線28、29は、ベース27の左右方向の中央寄りを頂点とする向きの三角形状で左右対称に配置されており、それらが独立して通電可能になっている。従って、ニクロム線28、29の何れか一方が通電すると、通電したニクロム線28、29に接触するチューブ14の部分が熱溶着される。つまり、ここでは、チューブ14の内周面が相互に密着したシート状のまま、その平面視における外縁側領域の一部が熱溶着されることで、チューブ14の内周面内の所定部分同士が接合されてなる接合部位が形成さ

10

20

30

40

50

れる。この接合部位となる熱溶着部分は、チューブ14が拡がったときに、熱溶着部分の周囲の内部空間をその他の未加工部位よりも狭小させるように作用し、後述するチューブ14の膨張過程でチューブ14が屈曲する部位となる。なお、本実施形態の熱溶着部分では、加熱されたニクロム線28、29の形状に従ってチューブ14の内周面同士が三角形の線状に熱溶着される。

#### 【0021】

なお、ニクロム線28、29の形状や配置は、本実施形態の態様に限定されるものではなく、本発明の実現に必要な前述の作用を奏する限りにおいて、他の形状を採用し、及び／又は、ベース27の表面上において、更に複数箇所に独立して加熱可能にすることも可能である。また、前述のベース27での加熱構造に代えて、或いは、当該加熱構造とともに、カバー24にニクロム線28、29を配置してチューブ14を加熱可能な構造を採

10

#### 【0022】

前記支持部22は、図2～図4等々に示されるように、チューブ保持部20から加工部21を経たチューブ14の上下両側を挟み込む一対のニップローラ31、32と、下側のニップローラ32を回転させるモータ33とを備えている。

#### 【0023】

前記各ニップローラ31、32は、各フレーム17、18の間でそれぞれ回転可能に掛け渡されるように配置され、モータ33の駆動により、シート状のチューブ14が、チューブ保持部20からヘッド15の外側に繰り出し可能に動作する。ニップローラ31、32からヘッド15の外側に繰り出されたチューブ14の内部空間には、流体供給部11（図1参照）からの空気が供給されるようになっており、流体供給部11からニップローラ31、32までの上流側では、チューブ14が伸展しながら膨らんだ状態となる。一方、各ニップローラ31、32に挟まれたシート状のチューブ14の部分は、上下両側からニップローラ31、32で押さえ付けられ、その部分で空気の流通が阻止される。このため、ニップローラ31、32からチューブ保持部20までの下流側におけるチューブ14の内部空間には、空気の侵入が規制され、チューブ14がシート状に維持される。

20

#### 【0024】

前記自己伸展型推進装置10の動作について、図6及び図7をも用いて以下に説明する。

#### 【0025】

流体供給部11からチューブ14の上流部分に空気Aが供給されると、図6（A）、（B）に示されるように、ニップローラ31、32よりも上流側（同各図中下側）のチューブ14が空気圧pにより膨らんだ状態となる。この際、ニップローラ31、32でその下流側の空気の流通が遮断されるため、前記上流側で膨らんだチューブ14の内周面に作用する空気圧pにより、下流側のヘッド15に推進力が付加される。この推進力とニップローラ31、32の回転により、図7（A）の矢印方向に、チューブ保持部20からニップローラ31、32にチューブ14が向かって引き出され、同図（B）に示されるように、チューブ14の前記上流側における伸展部分の長さを増大させながら、チューブ保持部20側を先端側として、チューブ14の引き出し方向と反対方向にヘッド15が前進することになる。つまり、上流側のチューブ14の内部空間への空気の供給により、チューブ保持部20のチューブ14が、加工部21、支持部22の順に通過するように繰り出されながら伸展する。

30

40

#### 【0026】

この際、モータ33（図4等参照）の駆動により、ニップローラ31、32が、ヘッド15の外側にチューブ14を繰り出せるように強制的に回転させられるが、前記推進力及びニップローラ31、32に対するチューブ14の接触摩擦力等の調整により、モータ33を省略し、同繰り出し方向に受動的に回転可能な構造にすることもできる。

#### 【0027】

そして、今後、ヘッド15を通過させる場所で、障害物等の存在により、ヘッド15の移動方向を変えたい場合には、当該方向変換に必要なチューブ14の屈曲方向に対応す

50

る部分のニクロム線 28、29 を発熱させる。すると、ニクロム線 28、29 に当接するシート状のチューブ 14 の部分が熱溶着加工され、当該部分に三角形の熱溶着部分 H (図 6 (A) 参照) が形成される。当該熱溶着部分 H におけるチューブ 14 の内部空間が、他の部分より空気の通過流量が減少する狭小部位となる。そして、当該熱溶着部分 H が形成されたチューブ 14 の部分が、ニップローラ 31、32 からヘッド 15 の外側に繰り出されて流体供給部 11 からの空気圧  $p$  により膨張したときに、図 6 (C) に示されるように、三角形の熱溶着部分 H が折り畳まれた状態で熱溶着部分 H の外方にチューブ 14 が屈曲する。その状態で前述の推進力が作用することにより、図 7 (C) に示されるように、チューブ 14 を伸展させながら、その屈曲方向にヘッド 15 が方向転換して前進することになる。

10

#### 【0028】

以上の実施形態によれば、チューブ 14 に供給される空気圧によって、チューブ 14 を伸展しながらヘッド 15 を直進させることができる。加えて、チューブ 14 を部分的に熱溶着することにより、伸展状態のチューブ 14 が膨らんだときに、その平面視における左右両側の長さが非対称となり、ヘッド 15 の移動時に伸展するチューブ 14 の任意の部位を任意の方向に屈曲させることができる。また、本実施形態では、作動流体として空気を使っているため、本体 12 の構造を簡単且つ軽量にすることができ、より広範なヘッド 15 の移動が可能となる。つまり、本体 12 は、チューブ 14 の長さ分、植物の蔓のように鉛直方向に移動し、或いは、地面に沿って移動することが可能となり、ヘッド 15 にカメラやセンサ等の機器を取り付けることで、人間がアクセスし難い場所のモニタリング等への利用が可能となる。

20

#### 【0029】

なお、前記実施形態では、作動流体として圧縮空気を用いているが、本発明はこれに限らず、他の気体や液体等を利用することもできる。

#### 【0030】

また、前記加工部 21 としては、チューブ 14 の一部分にその内部空間を部分的に狭小させ、流体の供給によって屈曲可能となる接合部位を形成するとともに、当該接合部位の形状を経時的に維持できるように、チューブ 14 の任意の部位を固定的に加工できる限りにおいて、種々の態様を採用することができる。つまり、加工部 21 としては、チューブ 14 が膨らんだときに前述の屈曲変形が可能となるように、チューブ 14 の一部分を接合できる限りにおいて、接着剤の塗布による接着加工や針等による係止加工等を含め、種々の構造のものを採ることができる。

30

#### 【0031】

更に、前記実施形態において、加工部 21 は、支持部 22 でのチューブ 14 の支持部位 (接触部位) よりも、供給される流体の下流側に配置されているが、本発明はこれに限らず、加工部 21 にて接合部位を形成可能な限り、例えば、加工部 21 と支持部 22 を一体的に配置する等、種々の配置態様を採用することができる。

#### 【0032】

また、支持部 22 としては、前述のように、流体供給部 11 側となる前記上流側のチューブ 14 内に供給される流体圧により、前記下流側に位置するチューブ 14 を前記上流側に引き出しながら、その反対方向にヘッド 15 を推進させる支持構造であれば、前述の構成に限定されるものではない。例えば、支持部 22 において、前述のようにチューブ 14 の支持部位を通過する際の流体の流れを遮断する態様の他に、当該流体の流れを一部許容する態様であっても良い。つまり、本発明においては、支持部 22 を挟む流体の上流側と下流側との間で、チューブ 14 を通過する流体に流れ抵抗を付与し、前記上流側と前記下流側への流体の流れを規制可能な構造であれば、ニップローラ 31、32 を必ずしも利用しなくても良い。

40

#### 【0033】

その他、本発明における装置各部の構成は図示構成例に限定されるものではなく、実質的に同様の作用を奏する限りにおいて、種々の変更が可能である。

50

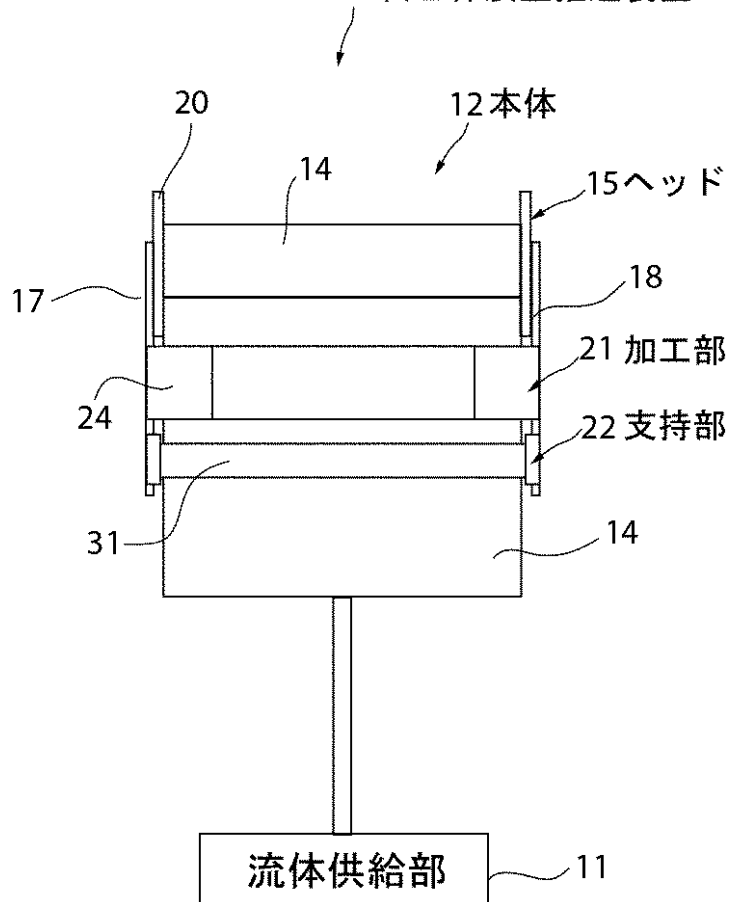
【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

- |     |             |
|-----|-------------|
| 1 0 | 自己伸展型推進装置   |
| 1 1 | 流体供給部       |
| 1 2 | 本体          |
| 1 4 | チューブ        |
| 1 5 | ヘッド         |
| 2 0 | チューブ保持部     |
| 2 1 | 加工部         |
| 2 2 | 支持部         |
| A   | 空気（流体）      |
| H   | 熱溶着部分（接合部位） |

【図 1】

## 10 自己伸展型推進装置



10

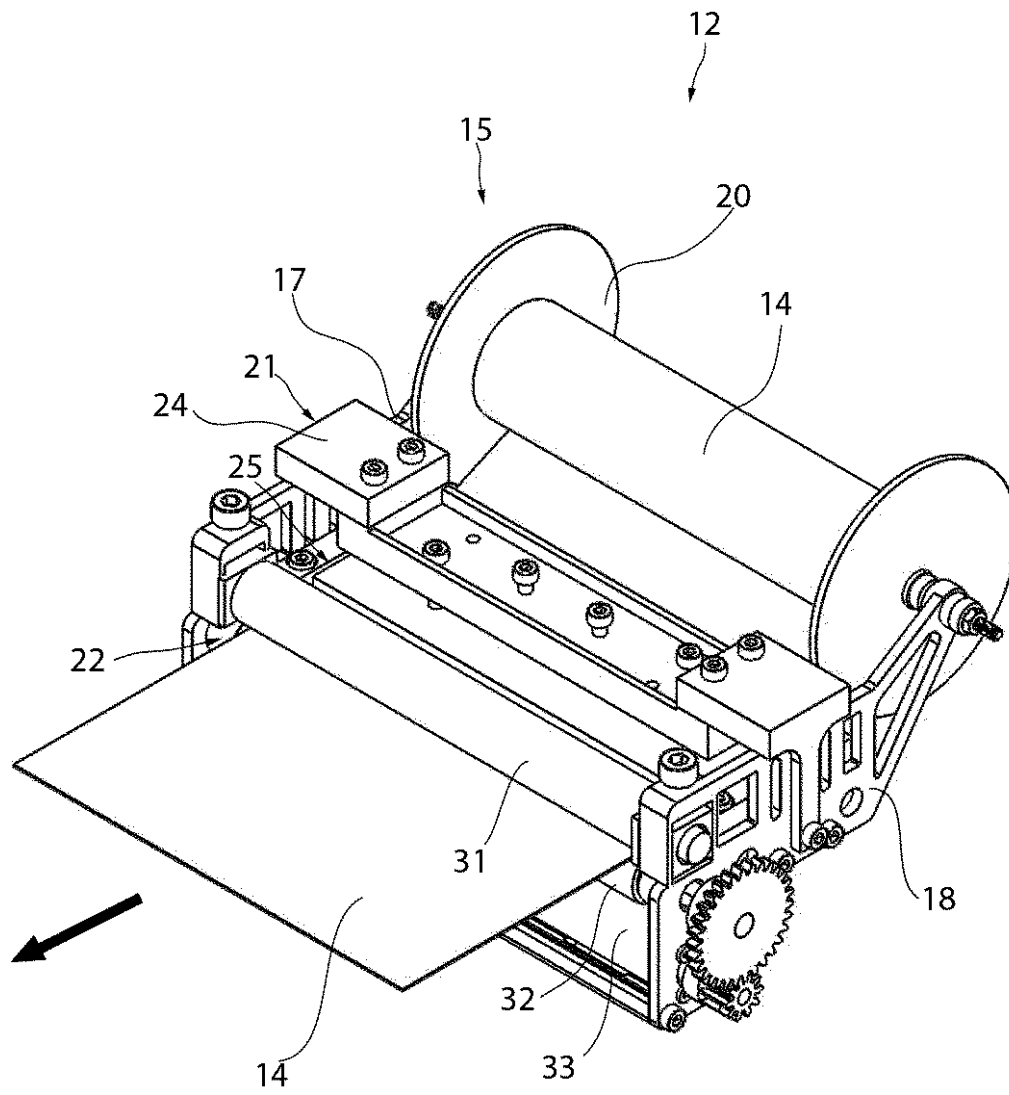
20

30

40

50

【図2】



10

20

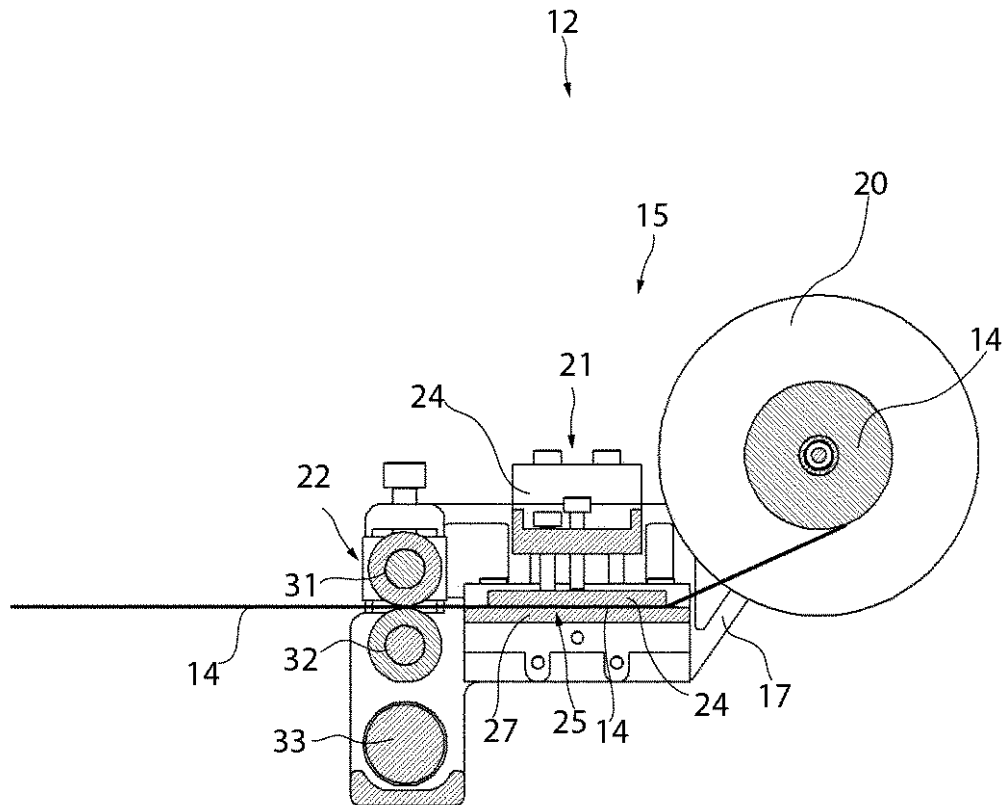
30

40

50



【図3】



10

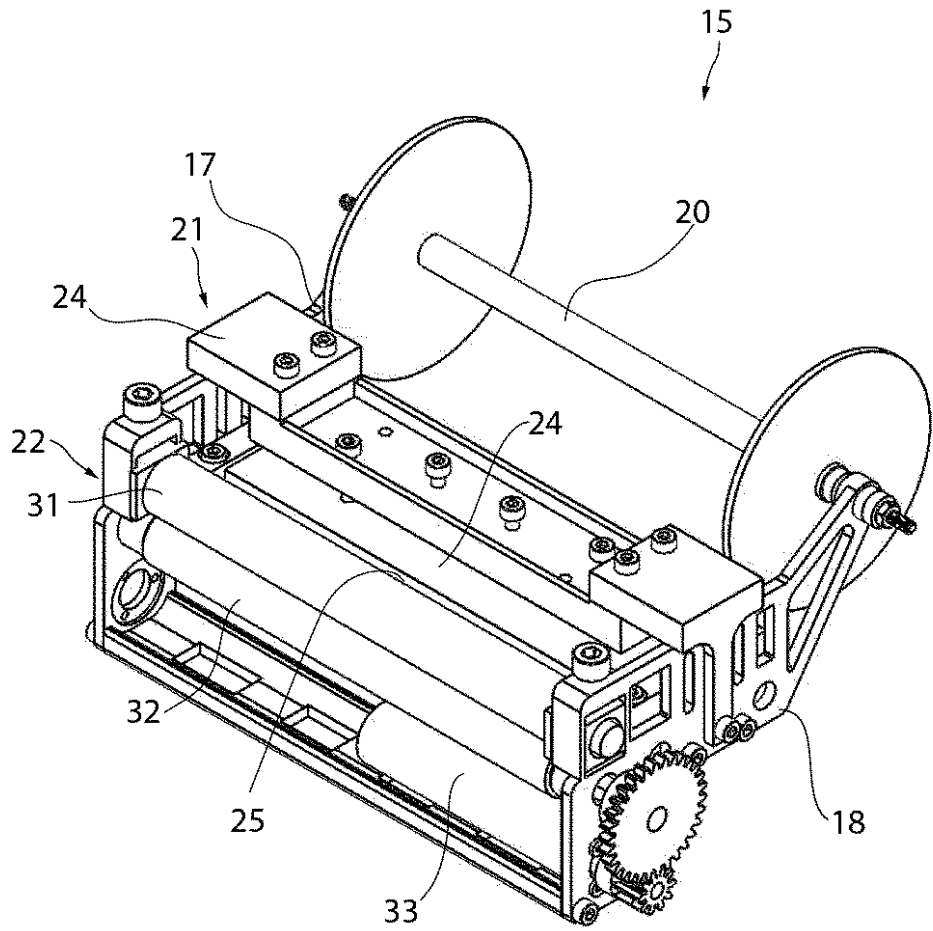
20

30

40

50

【図4】



10

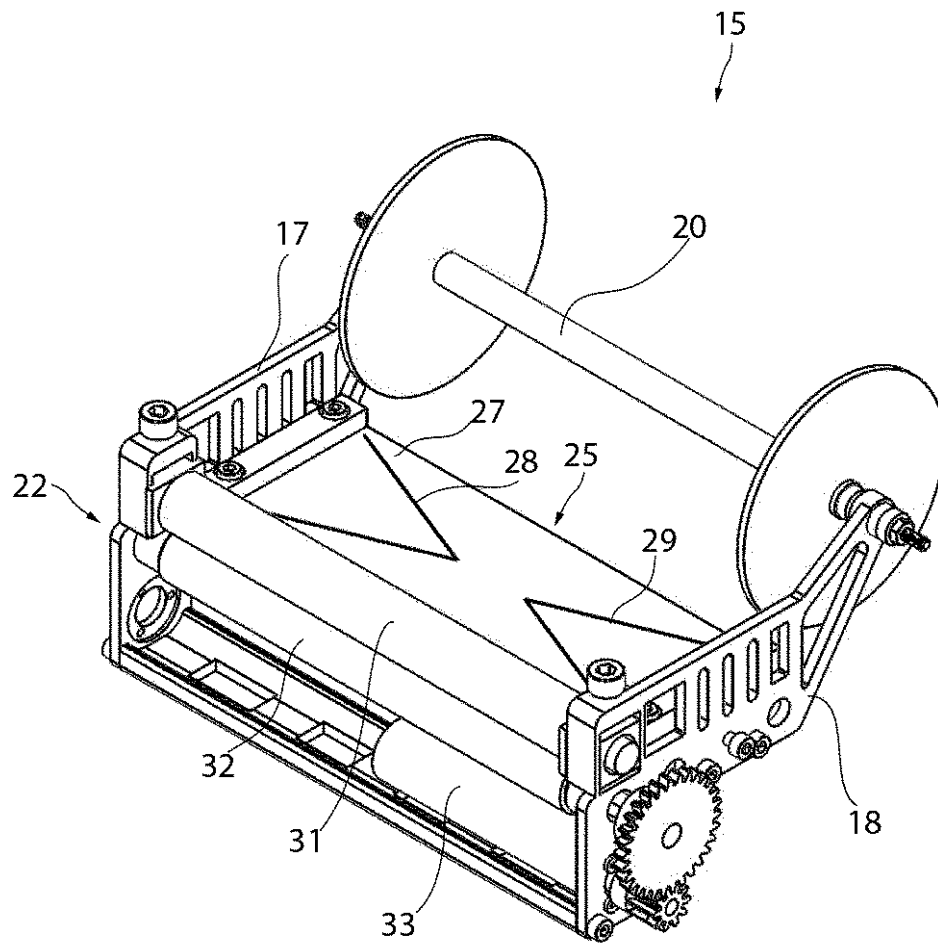
20

30

40

50

【図5】



10

20

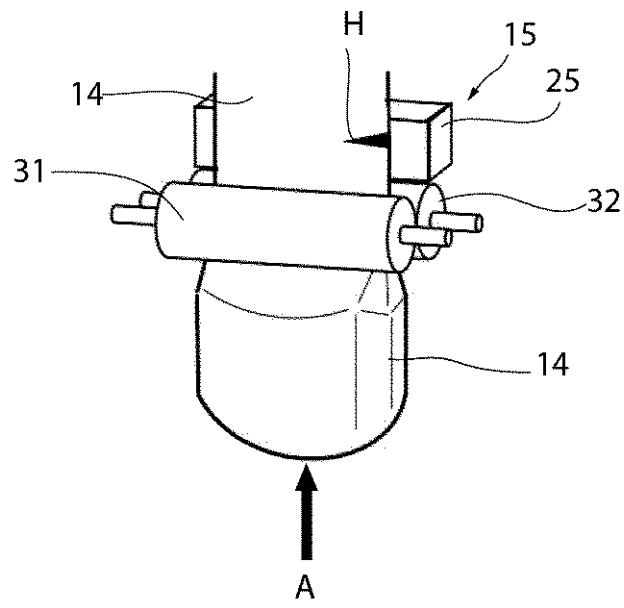
30

40

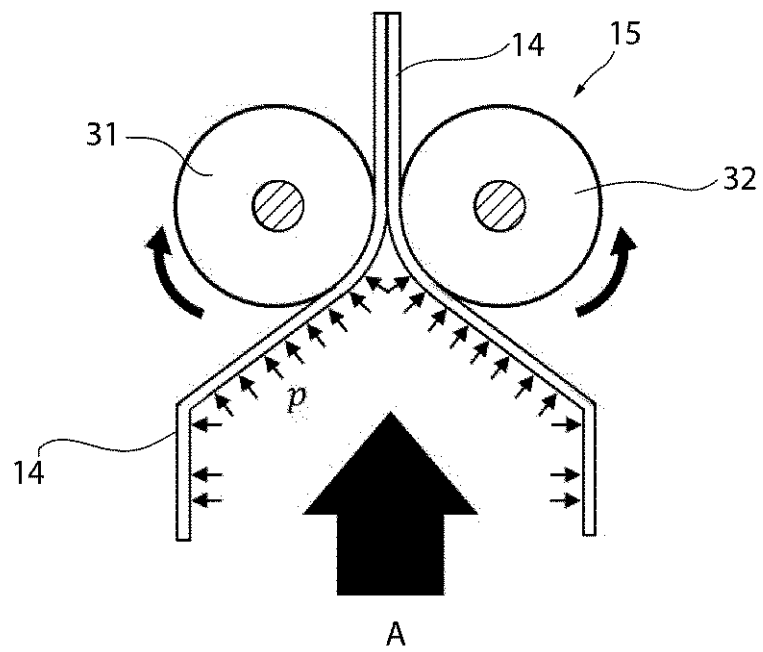
50

【図6】

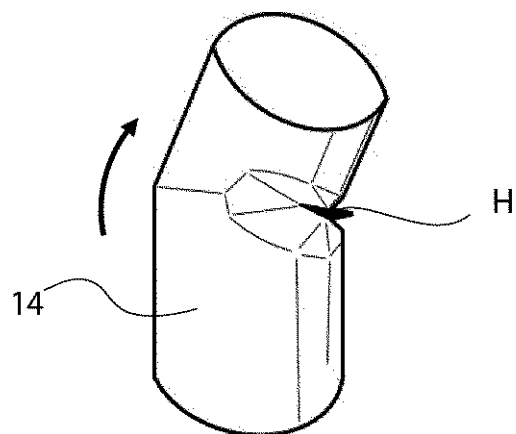
(A)



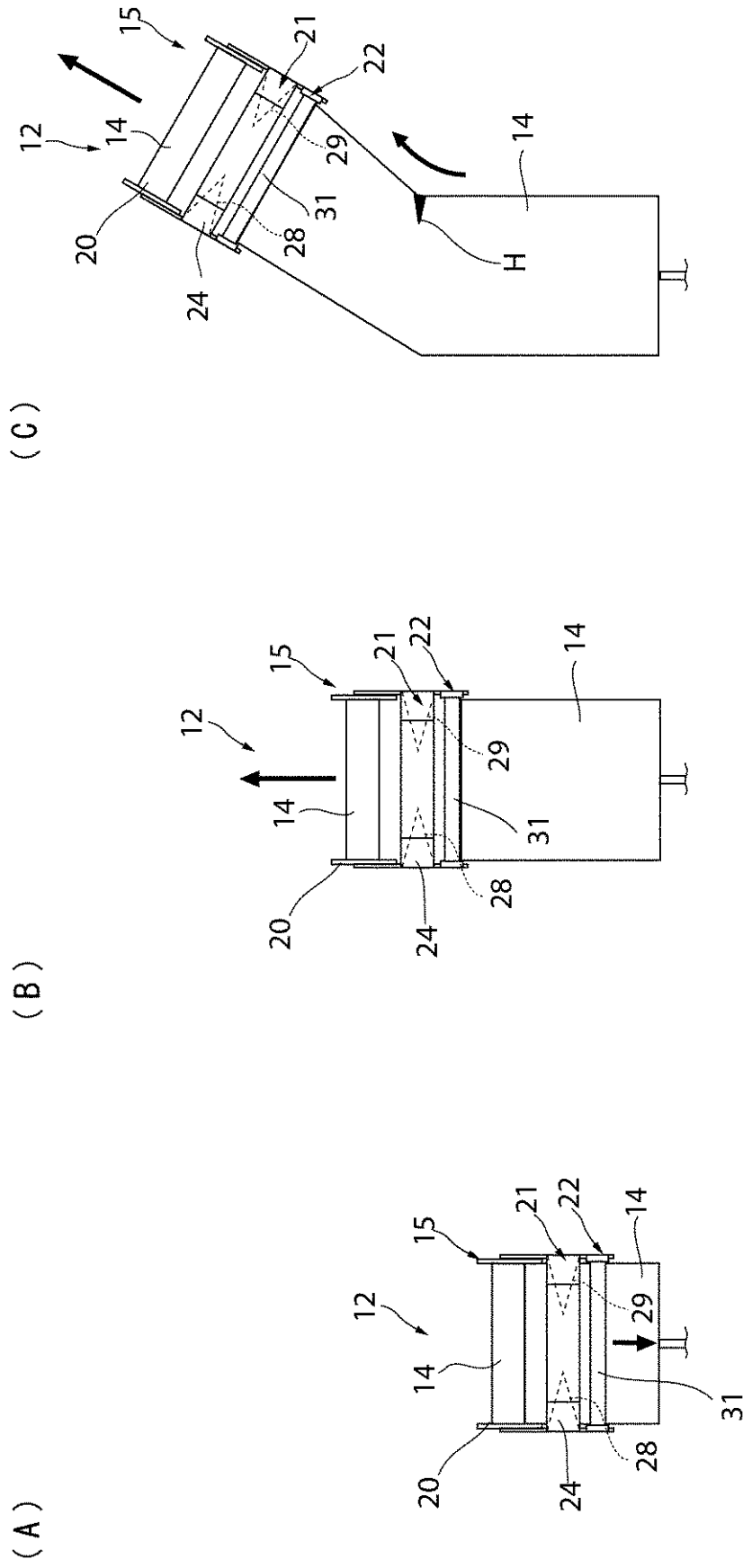
(B)



(C)



【図7】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-112110 (JP, A)  
特開2002-255246 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 9/14

B25J 18/06

B25J 19/00