

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-40365
(P2007-40365A)

(43) 公開日 平成19年2月15日(2007.2.15)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 5 B 15/10 (2006.01)	F 1 5 B 15/10 H	3 C 0 0 7
F 1 5 B 15/00 (2006.01)	F 1 5 B 15/00 A	3 H 0 8 1
B 2 5 J 19/00 (2006.01)	B 2 5 J 19/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-223937 (P2005-223937)	(71) 出願人	502169478 財団法人岡山県産業振興財団 岡山県岡山市芳賀5301番地
(22) 出願日	平成17年8月2日(2005.8.2)	(74) 代理人	100088993 弁理士 板野 嘉男
		(74) 代理人	100107917 弁理士 笠原 英俊
		(72) 発明者	赤木 徹也 岡山県津山市志戸部190-1(202)
		(72) 発明者	堂田 周治郎 岡山県岡山市西川原307-3
		Fターム(参考)	3C007 HS21 3H081 AA18 BB01 CC29 DD06 DD12 DD14 DD22 DD26 DD40 EE08 HH10

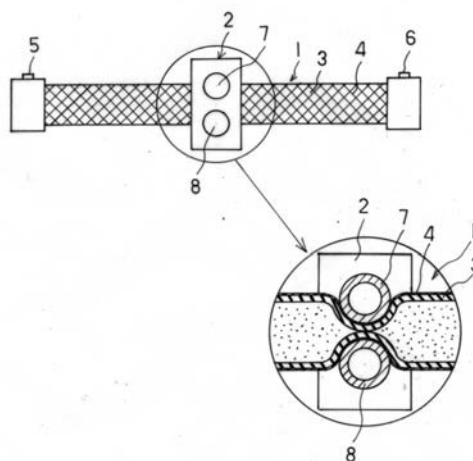
(54) 【発明の名称】 ソフトシリンダ及びソフトシリンダを用いたソフトアクチュエータ並びにソフトシリンダ及びソフトアクチュエータの出力発生方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 各種の機器・装置の駆動源として使用できるソフトでフレキシブルな流体圧シリンダを提供する。

【解決手段】 流体を給排できる二つの給排口が形成された弾性材からなるエラストマーチューブの外周にカバーコードを被覆した弾性体チューブと、給排口の間に設けられ、弾性体チューブ内の流体の流通は不能にするが、弾性体チューブの摺動は可能にするステージとから構成されることを特徴とするソフトシリンダ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体を給排できる二つの給排口が形成された弾性材からなるエラストマーチューブの外周にカバーコードを被覆した弾性体チューブと、給排口の間に設けられ、弾性体チューブ内の流体の流通は不能にするが、弾性体チューブの摺動は可能にするステージとから構成されることを特徴とするソフトシリンダ。

【請求項 2】

カバーコードがチューブの中に埋設されている請求項 1 のソフトシリンダ。

【請求項 3】

ステージが、弾性体チューブを外部から押圧する回転可能なローラで構成される請求項 1 又は 2 のソフトシリンダ。 10

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 いずれかのソフトシリンダを二本以上並列させ、各ソフトシリンダの両端をそれぞれ連結板で連結したことを特徴とするソフトシリンダを用いたソフトアクチュエータ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 いずれかのソフトシリンダにおいて、ステージを固定して次の a ~ d のステップをとることで、ソフトシリンダをアクチュエータとして作動させることを特徴とするソフトシリンダの出力発生方法。

- a . ステージの一方側の弾性体チューブを加圧する
- b . ステージの他方側の弾性体チューブを加圧する
- c . ステージの他方側の弾性体チューブを減圧する
- d . b c を繰り返す

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 いずれかのソフトシリンダにおいて、弾性体チューブを固定し、ステージの一方側の弾性体チューブを加圧することで、ステージをアクチュエータとして作動させることを特徴とするソフトシリンダの出力発生方法。

【請求項 7】

請求項 4 のソフトアクチュエータにおいて、ステージを固定して次の a ~ e のステップをとることで、連結板をアクチュエータとして作動させることを特徴とするソフトアクチュエータの出力発生方法。 30

- a . ステージの一方側の弾性体チューブの各々を加圧する
- b . ステージの他方側の弾性体チューブの一方を加圧する
- c . ステージの他方側の弾性体チューブの一方を減圧するとともに、他方を減圧する
- d . ステージの他方側の弾性体チューブの他方を減圧するとともに、一方を加圧する
- e . c d を繰り返す

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マッキベン形アクチュエータを利用したソフトシリンダ及びソフトシリンダを用いたソフトアクチュエータ並びにソフトシリンダ及びソフトアクチュエータの出力発生方法に関するものである。 40

【背景技術】

【0002】

ゴム等の弾性材からなるチューブの外周に繊維等からなるカバーコードを被覆した弾性体チューブの中にエアー等の流体を流入させて大きな力を発生させる流体圧によるソフトシリンダは、人工筋肉等に適用されるマッキベン形アクチュエータとして知られており（非特許文献 1）、これに関して特許出願もされている（特許文献 1 及び 2）。これは、ソフトシリンダの中を流体で加圧すると、弾性体チューブが膨らみ、それによって発生した半径方向の膨張力がカバーコードによって軸方向の収縮力に変換されて力を発生させる仕 50

組みを利用したものである。

【0003】

このソフトシリンダは、弾性体チューブが膨張することでボアが拡がり、剛体で構成される同径の流体圧シリンダに比べて約10倍の力が出せること、軟質部材で可撓的（フレキシブル）に構成されることから、人体等に触れても安全であること、シリンダに必要なロッドが不要であることから（ロッドレス）、構造が簡単で、軽量及びコンパクトになること、直線的でない移動も可能である、といった数多くの利点を有しており、人工筋肉だけでなく、ロボット等の産業機械のアクチュエータ（駆動源）としての利用が期待されている。

【0004】

しかし、ストロークが自然長の25%程度と小さいこと、ストロークと共に出力が低下し、殊に、ストロークエンド付近になると極端に低下すること、速度及び位置制御が難しい、といった問題があり、現実には、人工筋肉等に適用されている以外には、一般的な機器・装置のアクチュエータとして採用されるまでには至っていない。

【非特許文献1】長田 義仁他著「ソフトアクチュエータ開発の最前線」株式会社双文社印刷所 2004年

【特許文献1】特開昭48-098279号公報

【特許文献2】特開昭60-190948号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本発明は、弾性体チューブにステージと呼ばれる部材を組み合わせることで、上記した欠点の解消を期したものである。すなわち、ストロークの間中、安定して大きな力を発揮でき、しかも、弾性体チューブの長さにはほぼ匹敵する長いストロークを確保できるようにしたものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以上の課題の下、本発明は、請求項1に記載した、流体を給排できる二つの給排口が形成された弾性材からなるエラストマーチューブの外周にカバーコードを被覆した弾性体チューブと、給排口の間に設けられ、弾性体チューブ内の流体の流通は不能にするが、弾性体チューブの摺動は可能にするステージとから構成されることを特徴とするソフトシリンダを提供したものである。

【0007】

そして、ステージの具体的構成として、請求項3に記載した、ステージが、弾性体チューブを外周から押圧する回転可能なローラで構成される手段を提供するとともに、このソフトシリンダを用いてソフトアクチュエータを構成する具体的手段として、請求項4に記載した、ソフトシリンダを二本以上並列させ、各ソフトシリンダの両端をそれぞれ連結板で連結した手段を提供するものである。

【0008】

加えて、本発明は、以上のソフトシリンダの出力発生方法として、請求項5に記載した、ステージを固定して次のa～dのステップをとることで、ソフトシリンダをアクチュエータとして作動させる手段を提供する。

- a. ステージの一方側の弾性体チューブを加圧する
- b. ステージの他方側の弾性体チューブを加圧する
- c. ステージの他方側の弾性体チューブを減圧する
- d. b cを繰り返す

【0009】

この他、請求項6に記載した、弾性体チューブを固定し、ステージの一方側の弾性体チューブを加圧することで、ステージをアクチュエータとして作動させることを特徴とするソフトアクチュエータの出力発生方法を提供する。

10

20

30

40

50

【0010】

さらに、本発明は、上記したソフトアクチュエータの出力発生方法として、請求項7に記載した、ステージを固定して次のa～eのステップをとることで、連結板をアクチュエータとして作動させる手段を提供する。

- a. ステージの一方側の弾性体チューブの各々を加圧する
- b. ステージの他方側の弾性体チューブの一方を加圧する
- c. ステージの他方側の弾性体チューブの一方を減圧するとともに、他方を加圧する
- d. ステージの他方側の弾性体チューブの他方を減圧するとともに、一方を加圧する
- e. c dを繰り返す

【発明の効果】

10

【0011】

請求項1の発明によると、このソフトシリンダは、ロッドレス、フレキシブルという上記した長所を保持した上で、大きな力を発生させて長いストロークをとることができる。また、請求項4の発明によると、負荷に対して戻り等が規制されて力を一方向に出力するアクチュエータを具現できる。したがって、種々の機器・装置のアクチュエータとして利用できる。加えて、この出力は、請求項5～7の方法によって効率的に制御することができ、求める動きに対応できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明に係るアクチュエータの説明図であるが、このアクチュエータは、流体シリンダの形態をしており、弾性体チューブ(以下、チューブ)1と、チューブ1に取り付けられるステージ2とからなる。これにおいて、チューブ1は、十分な弾性と強度を有する各種のゴムを主体とするエラストマーチューブ3と、その外周に被覆される金属、樹脂、植物繊維等の単体又は複合したものの成形品や編成品からなる網目状又は格子状をしたカバーコード4からなるものである。

20

【0013】

なお、カバーコード4は、網目や格子といった結節を有するものに限らず、独立したものであってもよい。要は、エラストマーチューブ4の径方向の拡幅に応じて変形し、軸方向の力を出現させるものであればよい。また、最近では、カバーコード4をエラストマーチューブ3の中に埋没させているものもあるから、それによってもよい。そして、チューブ1の両端には、圧力媒体となるエアやオイルといった流体を給排できる給排口5、6を形成している。

30

【0014】

ステージ2は、チューブ1の中の流体の流通は不能にするが、チューブ1との相対的移動は可能にする機能を有するもので、この機能を有する限り、どのような構成のものであってもよい。要するに、流体の流動を遮断する堰が移動できる移動堰のようなものであればよい。本例では、チューブ1の外周に二つの回転可能なローラ7、8を対向して設置したもので構成している。これによると、チューブ1がローラ7、8の間に位置するときには、チューブ1が押し潰され、中の流体(本例では、エアを用いているが、これに限定されるものではない)の流通を不能にするが、チューブ1のみは、ローラ7、8が転動して移動できるものになる。

40

【0015】

図2は以上のソフトシリンダの動きの説明図であるが、今、ステージ2を給排口5、6の間のある位置に固定して両側のチューブ1をフリーにし、かつ、圧力をかけない状態にしておく(イ)。次に、ステージ2に対して一方Aのチューブ1に給気して加圧すると(図示は省略するが、給排口5、6には配管が接続されている)、こちら側が膨らみ、これにより、一方Aのフリー端はステージ2側に移動し、チューブ1の他方Bもステージ2の部分で引き込まれ、そのフリー端もステージ側に移動する(ロ)。このとき、一方A及び他方Bとも、そのフリー端では力を発生するが、他方B側の力は、チューブ1の引張力に

50

依存するのみであるから、あまり大きな力が出ない。

【0016】

そこで、今度は、他方B側に給気して加圧すると、こちら側が膨らみ、そのフリー端はステージ2側に移動する(八)。このとき、他方B側は、カバーコード4の膨張力が軸方向の引張力に変換される(もちろん、チューブ1自身の膨張力も引張力に変換される)マッキベン形アクチュエータとして作用し、非常に大きな力を発生する。次いで、他方B側を排気して減圧すると、こちら側が萎むが、このとき、一方A側を加圧したままにしておくと、その力によってステージ2の部分で引き込まれ、一方A側は、ステージ2から離れる方向に移動する(二)。このような動作を繰り返させることで、チューブ1は、その長さ(口金の部分は除く)からステージ2の幅を減じた非常に大きなストロークで移動できることになる。

10

【0017】

このときの他方B側の動きは、加圧と減圧の切換えに応じた間欠的な動きになるが、この切換えのタイミングを短くすることで、近似的には連続的な動きにすることもできる。そして、他方B側のストロークに基づく力は、マッキベン形アクチュエータの作用によって非常に大きな(同径のシリンダに比べて約10倍)ものとなり、アクチュエータとして利用できる。ところで、他方B側には負荷をかけているのが通常であるが、こちら側を減圧したとき、チューブ1の伸び分だけは引き戻されるものの、一方A側が加圧されたままであるので、それ以上戻されることはない。この点で、チューブ1は、逆動しないようにロックが効いているといえる。

20

【0018】

また、発生する力そのものは、図3のチューブ1の加圧圧力と発生する力との関係を示す特性に示すとおり、チューブ1への加圧圧力と対応している。特に、他方B側の圧力を高くするほど、大きな力が出ることがわかる。一方、チューブ1を固定してステージ2をフリーにする方法もある。この場合は、いずれか一方のチューブ1を加圧して行くことで、ステージ2は、連続的に等速度で動くアクチュエータとして作用する。

【0019】

以上のソフトシリンダを複数用いることで、負荷に影響されない安定した力を発揮できるソフトアクチュエータを具現できる。図4はこの構成を示す説明図であるが、このソフトシリンダを二本並列に並べ、各々の両端をそれぞれ連結板9、10で連結しておくこと、連結板9、10は、アクチュエータとして作動する。本例では、ソフトシリンダを縦に向けてステージ2、2を固定しておき、下方の連結板10に負荷11を取り付けている。その動きは、両方のチューブ1が減圧状態から出発し(イ)、次に、両方のチューブ1のステージ2、2より上方A₁、A₂側を加圧する。すると、こちら側が膨らみ、上方A₁、A₂によるステージ2、2の部分での引込みにより、下方B、C側が若干持ち上がる(ロ)。

30

【0020】

そこで、一方の下方C側を加圧すると、こちら側がマッキベン形アクチュエータとして作用し、連結板10は、負荷11を強い力で引き上げる。この状態のとき、他方の下方B側は減圧されたままであるから、若干弛むが、上方A₁側は、加圧されたままであるので、ステージ2の部分での引込みを行って更に膨らみ(上昇し)、連結板9を傾けた状態で押し上げ、同時に下方B側の弛みを吸収する(ハ)。次いで、他方の下方B側を加圧すると、こちら側がマッキベン形アクチュエータとして作用し、負荷11を強い力でもって引き上げる。この状態のとき、他方の下方C側は減圧されたままであるから、若干弛むが、上方A₂側は、加圧されたままであるので、ステージ2の部分での引込みによって更に膨らみ(上昇し)、連結板9を前と逆に傾けた状態で押し上げ、同時に下方C側の弛みを吸収する(ニ)。

40

【0021】

このような動作を繰り返させることにより、負荷11は、大きな力によって順々に引き上げられるが、その引上げ範囲は、ソフトシリンダの長さにほぼ匹敵するものになる。と

50

ころで、このときの運動は、間欠的な首振り運動であるが、下方の連結板 10 は、ソフトシリンダがそれぞれフレキシブルであることと、負荷 11 が存在することによってほぼ水平な状態で上昇する。また、加圧、減圧の切換えのタイミングを早くすることで、近似的には連続的な動きにさせることができるのは上記したとおりである。

【0022】

このアクチュエータの特徴は、ステージ 2 の下方 B、C 側は、常にどちらかが加圧されて引上力を保持していることから、負荷 11 が下がることのない点である。すなわち、負荷 11 のずり下がり等を完全に防止するロックが働いているのが大きな特徴である。なお、上方の連結板 9 を押し上げ用のアクチュエータとして利用することもでき、この点で、プッシュアンドプル方式のアクチュエータとなるものである。さらに、上記の例は、ソフトシリンダを二本並列にしたものであるが、三本以上を用いてもよい。これによると、首振りの程度が小さくなって動きが滑らかになる利点がある。

10

【0023】

図 5 は、以上の動きを自動的に行う場合の説明図であるが、それぞれのチューブ 1 の両端の給排口 5、5、6、6 に配管 12 ~ 15 を接続しておき、それぞれの配管 12 ~ 15 を流動する流体を制御装置 16 の制御によって自動方向切換え弁 17 ~ 20 で切り換えるようにしたものである。これにより、自動方向切換え弁 17 ~ 20 の切換えとそのタイミングを調整することで、その動きを様々に制御できる。

【産業上の利用可能性】

【0024】

以上のソフトシリンダ及びソフトアクチュエータは、ロッドレスで、フレキシブルであるといった長所を有して非常に大きな力を出せてチューブ 1 の長さに近い大きなストロークで移動できることから、以下に記すような種々の分野に適用できる。

20

1) パワーアシスト装置、義手、義足用アクチュエータ、入浴介助支援機器といった医療、福祉分野

2) 各種ロボット用アクチュエータ、生産ラインの駆動装置、水中、宇宙空間作業用アクチュエータといった工業分野

3) バーチャルリアリティ用フィードバック装置、体感アミューズメントゲーム機器、トレーニング機器といった情報、娯楽分野

【図面の簡単な説明】

30

【0025】

【図 1】ソフトシリンダの説明図である。

【図 2】ソフトシリンダの動きを示す説明図である。

【図 3】ソフトシリンダの加圧圧力と発生力との関係を示す特性である。

【図 4】ソフトアクチュエータの動きを示す説明図である。

【図 5】ソフトアクチュエータを自動で動かすための説明図である。

【符号の説明】

【0026】

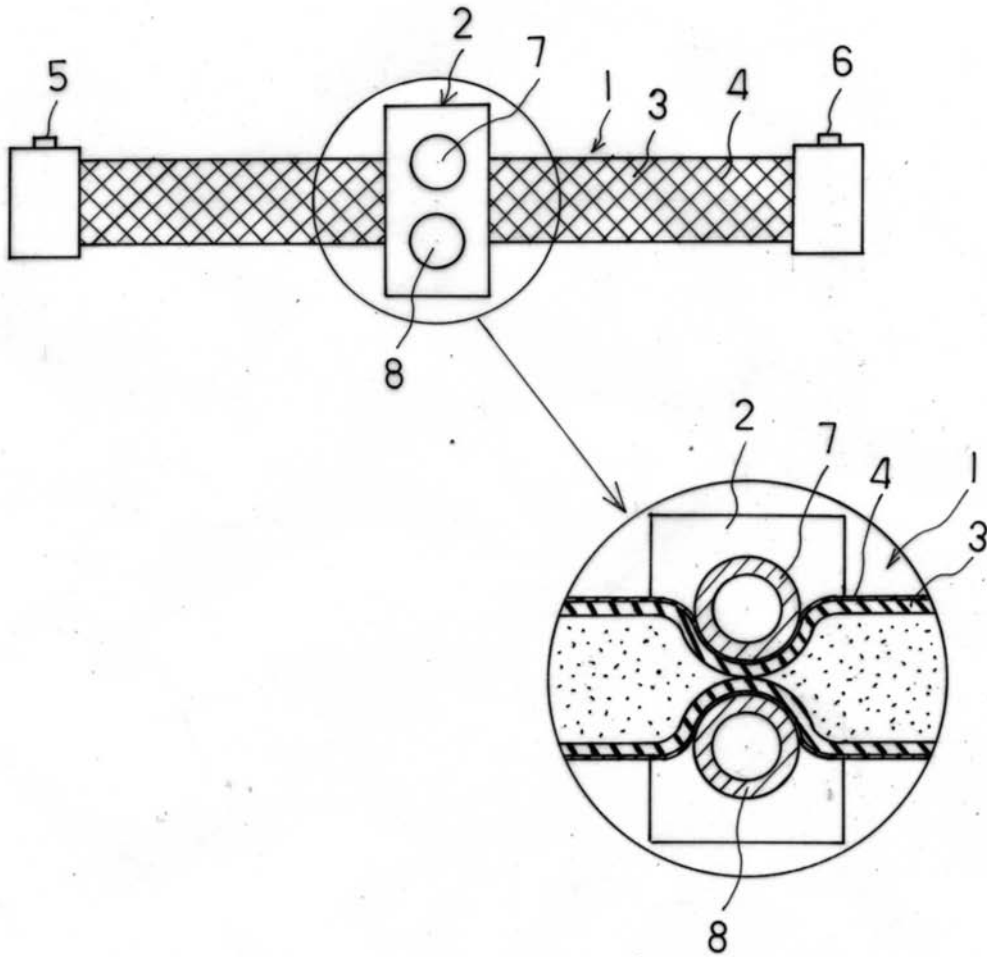
- 1 弾性体チューブ
- 2 ステージ
- 3 エラストマーチューブ
- 4 カバーコード
- 5 給排口
- 6 給排口
- 7 ローラ
- 8 ローラ
- 9 連結板
- 10 連結板
- 11 負荷
- 12 配管

40

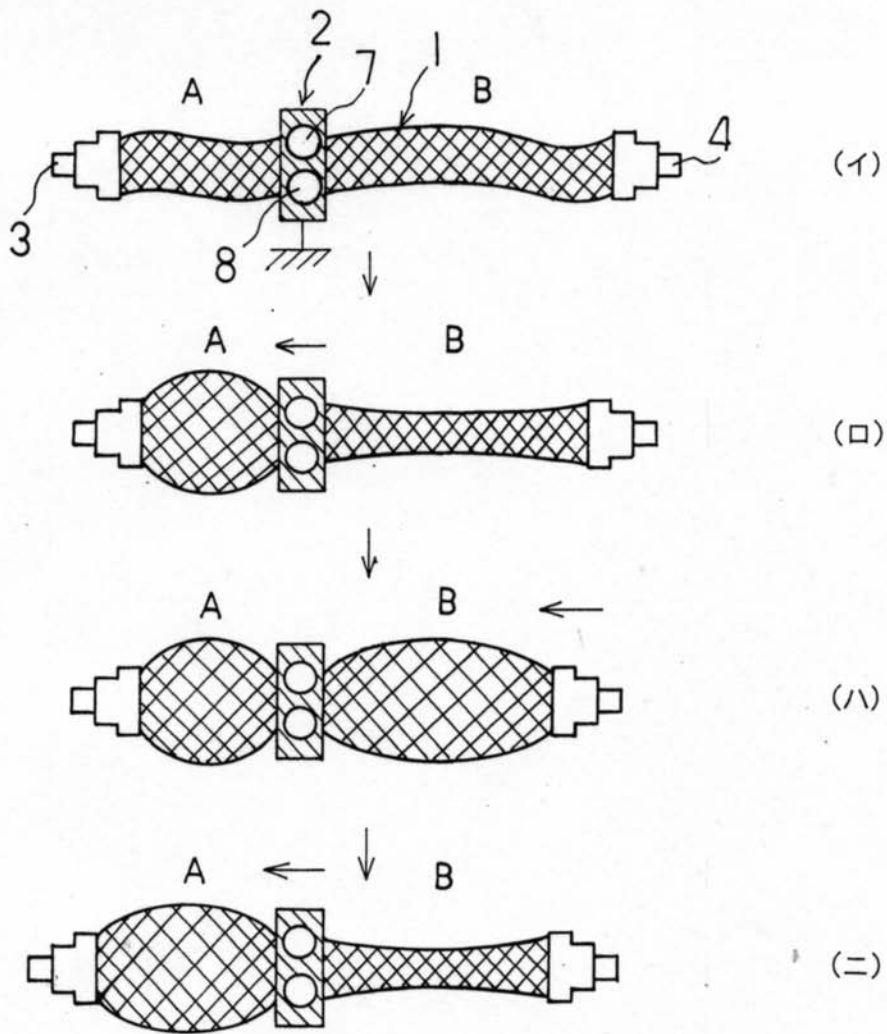
50

- 1 3 配管
- 1 4 配管
- 1 5 配管
- 1 6 制御装置
- 1 7 自動方向切換弁
- 1 8 自動方向切換弁
- 1 9 自動方向切換弁
- 2 0 自動方向切換弁

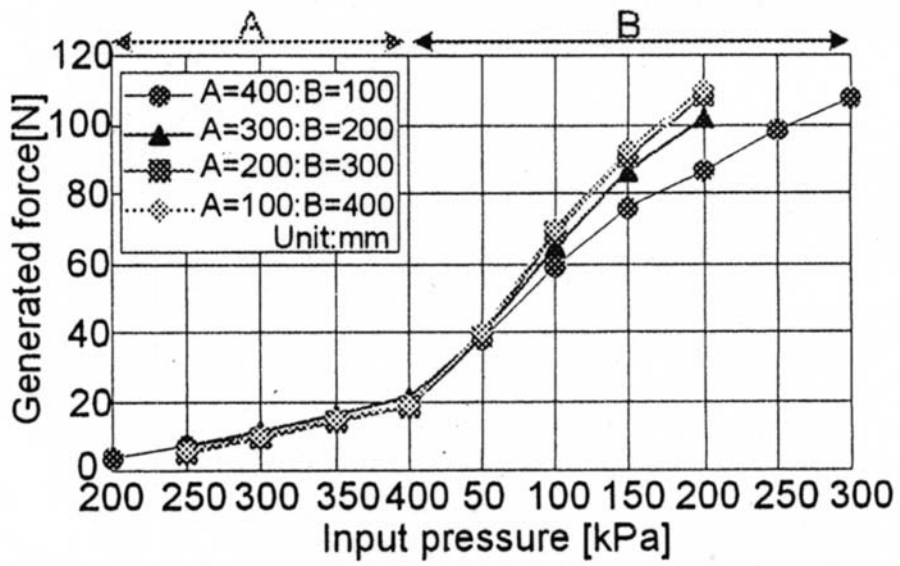
【 図 1 】



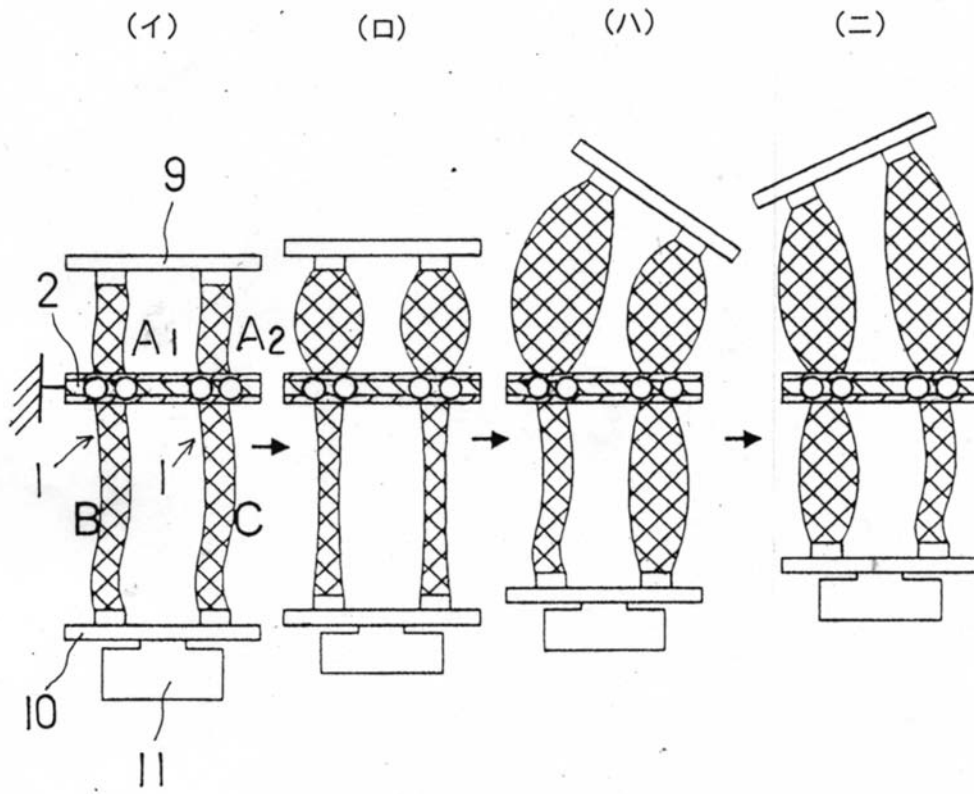
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

