

(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2018-199181

(P2018-199181A)

(43) 公開日 平成30年12月20日(2018.12.20)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
<b>B25J</b>	<b>15/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B25J	15/08	R	2E220		
<b>B65G</b>	<b>15/58</b>	<b>(2006.01)</b>	B65G	15/58	Z	3C707		
<b>B65G</b>	<b>15/42</b>	<b>(2006.01)</b>	B65G	15/42	Z	3F024		
<b>E04F</b>	<b>15/10</b>	<b>(2006.01)</b>	E04F	15/10	104E			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2017-104600 (P2017-104600)  
 (22) 出願日 平成29年5月26日 (2017.5.26)

(71) 出願人 504139662  
 国立大学法人名古屋大学  
 愛知県名古屋市千種区不老町1番  
 (74) 代理人 100105924  
 弁理士 森下 賢樹  
 (72) 発明者 村島 基之  
 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大  
 学法人名古屋大学内  
 (72) 発明者 梅原 徳次  
 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大  
 学法人名古屋大学内  
 (72) 発明者 吉野 笙太  
 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大  
 学法人名古屋大学内

最終頁に続く

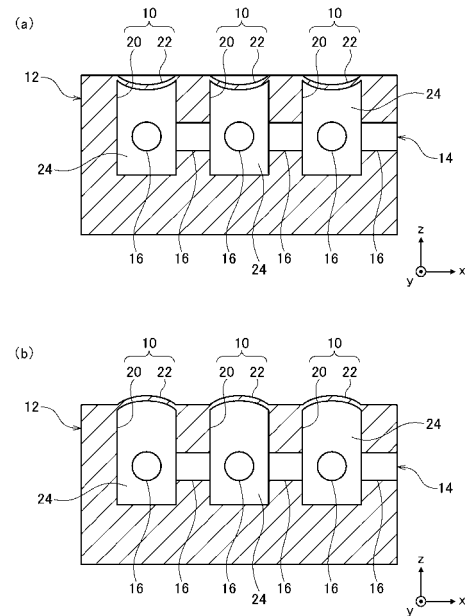
(54) 【発明の名称】 表面形状可変構造

(57) 【要約】

【課題】汎用性の高い表面形状可変構造を提供する。

【解決手段】表面形状可変構造10は、窪み部20と、窪み部20を封止する湾曲形状の表面部22とを備える。表面部22は、窪み部20との間の内部空間24側から力を受けて、内部空間24に対して凸形状または凹形状に変化する。表面形状可変構造10を構成する表面部22は材料選択の自由度が高い。また、表面形状可変構造10が設けられている部材12の形状は変化しないので、さまざまな機械部品などに組み込み可能であり汎用性が高い。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

部材に形成された内部空間と、  
前記内部空間の少なくとも一部を覆う表面部と、を備え、  
前記表面部は、前記内部空間側から力を受けて、前記内部空間に対して、凸形状から凹形状に、または、凹形状から凸形状に変化する  
ことを特徴とする表面形状可変構造。

## 【請求項 2】

前記表面部は、前記内部空間において変化する圧力により形状が変化することを特徴とする請求項 1 に記載の表面形状可変構造。

10

## 【請求項 3】

前記内部空間に設けられて前記表面部を押し引きするアクチュエータをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の表面形状可変構造。

## 【請求項 4】

前記表面部は、凸形状の状態の前記部材の表面から突出することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の表面形状可変構造。

## 【請求項 5】

前記表面部は、凸形状の状態の前記部材の表面から突出しない位置に設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の表面形状可変構造。

## 【請求項 6】

前記表面部は、中央部と、内周縁が前記中央部の外周縁につながる環状部と、を備え、  
前記中央部および前記環状部は、それぞれ独立して前記内部空間に対して凸形状または凹形状に変化することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の表面形状可変構造。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、表面の形状が変化する表面形状可変構造に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ロボットハンドや、搬送用ベルト、建物の床など、用途や環境に応じて表面の摩擦特性を変えたい場合がある。摩擦制御に関して、外部からの力を受けて表面状態が変化する材料などの開発が進められている。

30

## 【0003】

非特許文献 1 には、母材となるゴムの表面に織布を埋め込んだ複合材が開示されている。この複合材は、母材のゴムが圧縮されると、表面に発生するシワ構造に布繊維の構造変化が重なって表面の摩擦力が変化する。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献 1】 Kousuke Suzuki, Yuji Hirai and Takuya Ohzono, "Oscillating Friction on Shape-Tunable Wrinkles", Applied Materials and Interfaces, 2014年、Vol. 6、No. 13、p. 10121-10131

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

非特許文献 1 に係る複合材は、母材として伸縮する柔軟材料を用いる必要があり、摩耗しやすく、環境温度の影響を受けやすいといったことから、用途が制限される可能性があ

50

る。また、一般的な機械部品は、組み付けなどで寸法精度が求められるので、母材の変形は許容されにくい。本発明者らは、摩擦制御に用いる表面形状可変構造について、汎用性という点で改善の余地があると考えに至った。

【0006】

本開示は、こうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的とするところの1つは、汎用性の高い表面形状可変構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本開示のある態様の表面形状可変構造は、部材に形成された内部空間と、内部空間の少なくとも一部を覆う表面部と、を備える。表面部は、内部空間側から力を受けて、内部空間に対して、凸形状から凹形状に、または、凹形状から凸形状に変化する。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、汎用性の高い表面形状可変構造を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の斜視図である。

【図2】第1の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の平面図である。

【図3】図3(a)～(b)は、図2のA-A断面図であり、表面部の形状が変化する様子を示す図である。

【図4】第1の実施の形態に係る表面部の高さを測定した結果を示す図である。

【図5】第1の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の摩擦係数を測定した結果を示す図である。

【図6】図6(a)～(b)は、第2の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の断面図であり、表面部の形状が変化する様子を示す図である。

【図7】図7(a)～(b)は、第3の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の断面図であり、表面部の形状が変化する様子を示す図である。

【図8】第4の実施の形態に係る表面形状可変構造を備える部材の平面図である。

【図9】図9(a)～(c)は、図8の部材の断面図であり、表面部の形状が変化する様子を示す図である。

【図10】表面形状可変構造の変形例を示す平面図である。

【図11】図10のB-B断面の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の実施の形態では、同一の構成要素に同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、各図面では、説明の便宜のため、構成要素の一部を適宜省略する。

【0011】

[第1の実施の形態]

第1の実施の形態に係る表面形状可変構造を具体的に説明する前に、概要を説明する。第1の実施の形態に係る表面形状可変構造は、部材に形成された内部空間と、内部空間の少なくとも一部を覆う表面部とを備え、部材の表面近傍に形成される。表面部は、内部空間において変化する圧力を受けて、内部空間に対して凸形状または凹形状に変化する。内部空間における圧力は、例えばポンプにより制御される。内部空間の圧力が所定値を越えると、表面部が凹形状から凸形状に変化して部材から突出した状態となり、部材表面の摩擦係数が上がる。また、内部空間の圧力が所定値を下回ると、表面部が凸形状から凹形状に変化して部材から窪んだ状態となり、部材表面の摩擦係数が下がる。こうした構造により、内部空間の圧力に応じて表面部の形状を変化させることで、部材表面の摩擦特性を制御できる。

【0012】

図 1 は第 1 の実施の形態に係る表面形状可変構造 10 を備える部材 12 の斜視図、図 2 はその平面図である。図 3 ( a ) および ( b ) は、図 2 の A - A 断面図であり、表面形状可変構造 10 の表面部 22 の形状が変化する様子を示す図である。各図に示すように、x 軸、y 軸、z 軸からなる直交座標系が規定される。x 軸、y 軸は、部材 12 の底面内で互いに直交する。z 軸は、x 軸および y 軸に垂直な方向に延びる。x 軸、y 軸、z 軸のそれぞれの正の方向は、各図における矢印の方向に規定され、負の方向は、矢印と逆向きの方に規定される。以下の説明で、x 軸に平行な方向を「左右方向」、x 軸の正方向側を「右側」、および x 軸の負方向側を「左側」という場合がある。y 軸に平行な方向を「前後方向」、y 軸の正方向側を「前側」、および y 軸の負方向側を「後側」という場合がある。また、z 軸に平行な方向を「上下方向」、z 軸の正方向側を「上側」、および z 軸の負方向側を「下側」という場合がある。

10

#### 【 0 0 1 3 】

部材 12 は、樹脂材料により直方体状に形成され、x 軸に平行な方向および y 軸に平行な方向に 3 列ずつ並ぶ合計 9 個の表面形状可変構造 10 が設けられている。部材 12 を形成する樹脂材料は、J I S K 7 1 6 1 に準拠した引張強さが 40 ~ 55 M P a、引張弾性率が 1 8 0 0 ~ 2 1 0 0 M P a、および破壊伸び率が 5 ~ 3 5 % であることが好ましい。また、J I S K 7 1 7 1 に準拠した曲げ強さが 60 ~ 80 M P a、曲げ弾性率が 1 9 0 0 ~ 2 4 0 0 M P a であることが好ましい。さらに、J I S K 7 1 8 1 に準拠した圧縮強さが 70 ~ 80 M P a であることが好ましい。部材 12 を形成する樹脂材料の密度は、2 3 で 1 1 1 1 k g / m <sup>3</sup> であった。部材 12 は、左右方向の幅および前後方向の奥行きを 3 6 m m、上下方向の高さを 1 6 m m とする。

20

#### 【 0 0 1 4 】

表面形状可変構造 10 は、図 3 に示すように、内部空間 24 を形成する窪み部 20 と、表面部 22 とを備える。窪み部 20 は、部材 12 の上面から下方に向かって円柱状に窪むように形成されている。表面部 22 は、z 軸に平行な断面において湾曲形状、かつ、平面視で窪み部 20 と同径の円形状に形成されている。また、表面部 22 は、窪み部 20 の開口端に部材 12 と同じ樹脂材料で一体に形成され、窪み部 20 を覆って封止する。窪み部 20 および表面部 22 の平面視における直径は 6 m m、表面形状可変構造 10 の左右方向および前後方向の間隔は 3 m m とする。表面部 22 の厚さは 0 . 2 m m、中心を通る曲率半径は 2 5 m m とする。

30

#### 【 0 0 1 5 】

窪み部 20 と表面部 22 との間には内部空間 24 が形成される。部材 12 において隣り合う窪み部 20 の間には、内部空間 24 を連結する連結孔 16 が形成されている。また、右列中央の窪み部 20 から右側に向かって連結孔 16 が延びて、不図示のポンプに接続される接続口 14 が部材 12 の側面に形成される。こうした構成により、ポンプを接続口 14 に接続して各内部空間 24 の圧力を同時に調整できる。

#### 【 0 0 1 6 】

接続口 14 に接続したポンプにより内部空間 24 の圧力を下げると、表面部 22 に下向きの力が作用し、図 3 ( a ) に示すように表面部 22 は内部空間 24 に対して凹形状となる。また、内部空間 24 の圧力を上げると、表面部 22 に上向きの力が作用し、図 3 ( b ) に示すように表面部 22 は内部空間 24 に対して凸形状となる。このように、表面部 22 は、内部空間 24 における所定の圧力値を境に凹形状または凸形状に変化する。内部空間 24 の圧力が所定値未満の状態から所定値以上になると、表面部 22 は凹形状から凸形状に変化する。また、内部空間 24 の圧力が所定値以上の状態から所定値未満になると、表面部 22 は凸形状から凹形状に変化する。

40

#### 【 0 0 1 7 】

図 4 は、第 1 の実施の形態に係る表面部 22 の高さを測定した結果を示す図である。図 4 のグラフは、横軸が左右方向における位置、縦軸が上下方向において部材 12 の上面位置をゼロとした表面部 22 の高さを示す。表面部 22 は、凸形状の状態では部材 12 の上面から約 3 0 0 μ m 突出する。この状態では、部材 12 の上面から表面部 22 が突出するの

50

で、部材 1 2 の上面の摩擦係数が凹形状の状態に比べて高くなる。また、表面部 2 2 は、凹形状の状態では、部材 1 2 の上面から約 3 0 0  $\mu\text{m}$  窪む。この状態では、部材 1 2 の上面から表面部 2 2 が窪むので、部材 1 2 の上面の摩擦係数が凸形状の状態に比べて低くなる。

【 0 0 1 8 】

図 5 は、第 1 の実施の形態に係る表面形状可変構造 1 0 を備える部材 1 2 の摩擦係数を測定した結果を示す図である。ブロックオンディスク摩擦試験機を用いて、部材 1 2 の上面を一定の荷重でガラス板に押し当て、ガラス板を回転させたときの摩擦係数を測定した。図 5 のグラフは、横軸が測定時間、縦軸が摩擦係数  $\mu$  を示す。測定開始から約 7 0 秒付近で、内部空間 2 4 の圧力を変えて表面部 2 2 を凸形状から凹形状に変化させた。表面部 2 2 を凸形状とした状態での摩擦係数  $\mu$  の平均値は 0 . 5 5 であった。また、表面部 2 2 を凹形状とした状態での摩擦係数  $\mu$  の平均値は 0 . 3 3 であった。この結果から、内部空間 2 4 の圧力により表面部 2 2 を凸形状または凹形状に変化させ、部材 1 2 の上面における摩擦係数を制御できることが分かる。

10

【 0 0 1 9 】

以上、第 1 の実施の形態に係る表面形状可変構造 1 0 を説明した。この表面形状可変構造 1 0 は、内部空間 2 4 の圧力に応じて表面部 2 2 が凸形状または凹形状に変化する。これにより、部材 1 2 の表面の摩擦係数を制御できる。表面形状可変構造 1 0 を含む部材 1 2 は、樹脂材料以外にも金属材料などを用いて形成可能であり、先行技術に比べて材料選択の自由度が高い。また、部材 1 2 の形状は変化しないので、さまざまな機械部品などに組み込み可能である。

20

【 0 0 2 0 】

例えば、ロボットハンドの把持面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。滑りやすい物体を持つ場合、表面部 2 2 を凸形状として把持面の摩擦係数を上げる。これにより、物体を落としにくくなる。滑りにくい物体を持つ場合、表面部 2 2 を凹形状として摩擦係数を下げる。これにより、表面部 2 2 の摩耗を抑制できる。

【 0 0 2 1 】

搬送ベルトの搬送面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。滑りやすい物体が置かれる場合、表面部 2 2 を凸形状として摩擦係数を上げる。これにより、搬送ベルトから物体が滑り落ちにくくなる。滑りにくい物体が置かれる場合、表面部 2 2 を凹形状として摩擦係数を下げる。これにより、表面部 2 2 の摩耗を抑制できる。

30

【 0 0 2 2 】

床材や靴底の表面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。この場合、温度や湿度、天候に応じて表面の摩擦係数を最適化し、環境に関わらず滑りにくく歩きやすくできる。

【 0 0 2 3 】

部品の表面や部品間に挿入されるスペーサの表面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。この場合、部品間の隙間に応じて表面部 2 2 を凸形状または凹形状に変化させ、部品の寸法公差を吸収できる。

【 0 0 2 4 】

ドアストッパの表面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。この場合、例えばスイッチにより表面部 2 2 の形状が変化する構成とする。これにより、ドアの開閉制限や開放といった操作を簡単に実行可能になる。

40

【 0 0 2 5 】

家具などの転倒防止部材の表面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。この場合、設置した家具の天面と天井との間に転倒防止部材を挿入し、間隔に応じて表面部 2 2 の形状を変える。これにより、簡単に家具などの転倒を防ぐことができる。

【 0 0 2 6 】

シャフトを支持する軸受けの内周面に表面形状可変構造 1 0 を設けてもよい。この場合、使用状況に応じて、表面部 2 2 を凸形状としてシャフトの回転にブレーキをかけたり、凹形状としてシャフトとの摩擦力を低減できる。

【 0 0 2 7 】

50

流体が流れるパイプや流路の内周面に表面形状可変構造 10 を設けてもよい。この場合、表面部 22 の形状変化により流量を制御できる。

【0028】

アクチュエータの表面に表面形状可変構造 10 を設けてもよい。この場合、表面部 22 を凸形状としたときに他の部品を押し、精度良く微小距離だけ移動させることができる。

【0029】

なお、第 1 の実施の形態に係る部材 12 では、連結孔 16 により表面形状可変構造 10 の内部空間 24 が連結されるが、これに限らない。表面形状可変構造 10 のそれぞれまたは複数の構造群ごとに異なるポンプを接続し、内部空間の圧力を個別に変えてもよい。これにより、場所によって表面部 22 の形状を変えて、部材 12 の表面の摩擦係数を局所的に制御可能になる。

10

【0030】

第 1 の実施の形態に係る表面形状可変構造 10 では、ポンプを用いて内部空間 24 の圧力を調整したが、これに限らない。例えば、ポンプが水や油などの液体を流通させて内部空間 24 の圧力を調整してもよい。この場合にも同様に、表面部 22 の形状を変化させて、部材 12 の表面の摩擦係数を制御できる。

【0031】

第 1 の実施の形態に係る表面形状可変構造 10 では、表面部 22 を部材 12 と同じ材料で一体に形成したが、これに限らない。たとえば、表面部 22 を部材 12 とは異なる材料で形成して窪み部 20 の開口端に接合してもよい。この場合にも同様に、部材 12 の表面の摩擦係数を制御できる。部材 12 および表面部 22 の材料は樹脂材料に限られず、金属材料であってもよい。金属材料を用いた場合には、耐摩耗性が向上する。

20

【0032】

第 1 の実施形態に係る表面形状可変構造 10 では、表面部 22 を湾曲形状としたが、これに限らない。表面部 22 は、平面視で多角形として、凸形状および凹形状で錐体状もしくは多面体形状であってもよい。

【0033】

[ 第 2 の実施の形態 ]

図 6 ( a ) および ( b ) は、第 2 の実施の形態に係る表面形状可変構造 30 を備える部材 12 の断面図であり、表面部 32 の形状が変化する様子を示す図である。第 2 の実施の形態に係る表面形状可変構造 30 は、表面部 32 が凸形状の状態では窪み部 20 の開口および部材 12 の表面から突出しない位置に設けられている点で、第 1 の実施の形態と相違する。

30

【0034】

部材 12 の上面側が潤滑油により形成される油膜を介して他の部材と接触する場合、内部空間 24 の圧力を調整して表面部 32 を凸形状または凹形状に変化させると、部材間の油膜の厚さが変わる。表面部 32 が凸形状の状態では、潤滑油が窪み部 20 から押し出されるので、部材間の油膜が凹形状の状態より厚くなる。表面部 32 が凹形状の状態では、潤滑油が窪み部 20 に入り込むので、部材間の油膜が凸形状の状態より薄くなる。これにより、油膜厚さを調整して、部材間の接触状態を制御できる。

40

【0035】

以上、第 2 の実施の形態を説明した。第 2 の実施の形態に係る表面形状可変構造 30 は、第 1 の実施の形態と同様に、流体が流れるパイプや流路の内周面に設けられてもよい。この場合、表面部 32 の形状変化によりパイプなどを流れる流体の流量を制御できる。

【0036】

また、吸着パッドの吸着面に表面形状可変構造 30 を設けてもよい。この場合、吸着面を物体に押し当てた状態で、表面部 32 を凸形状から凹形状に変化させると、窪み部 20 において発生する負圧により物体に吸着する。各表面形状可変構造 30 において発生する負圧を利用して一様な負荷での全面吸着が可能であり、シリコンウエハなどの薄いワークを保持する際に破損しにくくなる。

50

## 【 0 0 3 7 】

## [ 第 3 の 実 施 の 形 態 ]

図 7 ( a ) および ( b ) は、第 3 の 実 施 の 形 態 に 係 る 表 面 形 状 可 変 構 造 4 0 を 備 え る 部 材 1 2 の 断 面 図 で あり、表 面 部 4 2 が 変 形 す る 様 子 を 示 す 図 で あり。第 3 の 実 施 の 形 態 に 係 る 表 面 形 状 可 変 構 造 4 0 は、内 部 空 間 2 4 に 設 け ら れ て 表 面 部 4 2 を 上 下 方 向 に 押 し 引 き す る ア ク チ ュ エ ー タ 4 6 を 備 え る 点 で、第 1 お よ び 第 2 の 実 施 の 形 態 と 相 違 う。

## 【 0 0 3 8 】

ア ク チ ュ エ ー タ 4 6 は、窪 み 部 2 0 の 底 部 に 設 け ら れ、上 端 が 表 面 部 4 2 の 下 側 面 に 連 結 さ れ た ア ー ム 4 8 を 備 え る。ア ク チ ュ エ ー タ 4 6 は、不 図 示 の 制 御 装 置 に よ り 制 御 さ れ、ア ー ム 4 8 を 上 下 方 向 に 移 動 さ せ て 表 面 部 4 2 を 凸 形 状 ま た は 凹 形 状 に 変 化 さ せ る。ア ク チ ュ エ ー タ 4 6 が ア ー ム 4 8 を 上 方 に 押 し 上 げ る と、表 面 部 4 2 が 凸 形 状 と な る。ま た、ア ー ム 4 8 を 下 方 に 引 き 下 げ る と、表 面 部 4 2 が 凹 形 状 と な る。

## 【 0 0 3 9 】

以 上、第 3 の 実 施 の 形 態 を 説 明 し た。ア ク チ ュ エ ー タ 4 6 を 用 い る こ と で、ポ ン プ に よ り 内 部 空 間 2 4 の 圧 力 を 変 化 さ せ る 場 合 に 比 べ て、表 面 部 4 2 の 形 状 変 化 の 応 答 速 度 が 向 上 す る。

## 【 0 0 4 0 】

## [ 第 4 の 実 施 の 形 態 ]

図 8 は、第 4 の 実 施 の 形 態 に 係 る 表 面 形 状 可 変 構 造 5 0 を 備 え る 部 材 1 2 の 平 面 図 で あり。ま た、図 9 ( a ) ~ ( c ) は、図 8 の 部 材 1 2 の 断 面 図 で あり、表 面 部 5 2 が 変 形 す る 様 子 を 示 す 図 で あり。第 4 の 実 施 の 形 態 に 係 る 表 面 形 状 可 変 構 造 5 0 は、表 面 部 5 2 が 中 央 部 5 4 お よ び 環 状 部 5 6 を 備 え る 点 で、第 1 か ら 第 3 の 実 施 の 形 態 と 相 違 う。

## 【 0 0 4 1 】

中 央 部 5 4 お よ び 環 状 部 5 6 は、部 材 1 2 と 同 じ 樹 脂 材 料 に よ り 一 体 に 形 成 さ れ て お り、z 軸 に 平 行 な 断 面 に お い て 各 々 湾 曲 形 状 を 有 す る。中 央 部 5 4 は、円 形 状 に 形 成 さ れ て お り、外 周 縁 が 環 状 部 5 6 の 内 周 縁 に つ な が っ て い る。環 状 部 5 6 は、円 環 状 に 形 成 さ れ て お り、外 周 縁 が 窪 み 部 2 0 の 開 口 端 に つ な が っ て い る。中 央 部 5 4 の 曲 率 半 径 は、環 状 部 5 6 の 曲 率 半 径 よ り 小 さ い。

## 【 0 0 4 2 】

図 9 ( a ) は、中 央 部 5 4 お よ び 環 状 部 5 6 が、い ず れ も 凹 形 状 に な っ て い る 状 態 を 示 す。こ の 状 態 か ら、内 部 空 間 2 4 の 圧 力 が 上 が る と、図 9 ( b ) に 示 す よ う に、ま ず 環 状 部 5 6 が 内 部 空 間 2 4 に 対 し て 凸 形 状 に 変 化 す る。環 状 部 5 6 が 部 材 1 2 の 表 面 か ら 上 方 に 突 出 し た こ と で、図 9 ( a ) の 状 態 に 比 べ て 部 材 1 2 の 表 面 の 摩 擦 係 数 が 大 き く な る。内 部 空 間 2 4 の 圧 力 が さ ら に 上 が る と、図 9 ( c ) に 示 す よ う に、中 央 部 5 4 が 内 部 空 間 2 4 に 対 し て 凸 形 状 に 変 化 す る。中 央 部 5 4 が 環 状 部 5 6 か ら 上 方 に 突 出 し た こ と で、図 9 ( b ) の 状 態 に 比 べ て 部 材 1 2 の 表 面 の 摩 擦 係 数 が さ ら に 大 き く な る。こ の よ う に、表 面 部 5 2 が 各 々 異 な る 圧 力 で 変 形 す る 中 央 部 5 4 お よ び 環 状 部 5 6 を 備 え、部 材 1 2 の 表 面 の 摩 擦 係 数 を 3 段 階 で 制 御 で き る。

## 【 0 0 4 3 】

以 上、第 4 の 実 施 の 形 態 を 説 明 し た。な お、環 状 部 5 6 の 外 周 と 窪 み 部 2 0 の 開 口 端 と の 間 に 1 つ 以 上 の 環 状 部 を 設 け れ ば、摩 擦 係 数 を 4 段 階 以 上 で 制 御 で き る。

## 【 0 0 4 4 】

以 上、本 開 示 を 実 施 例 を も と に 説 明 し た。こ の 実 施 例 は 例 示 で あり、そ れ ら の 各 構 成 要 素 や 各 処 理 プ ロ セ ス の 組 合 せ に 各 種 の 変 形 例 が 可 能 な こ と、ま た そ う し た 変 形 例 も 本 開 示 の 範 囲 に あり と 考 え ら れ る と 考 え ら れ 得 る。例 え ば、図 1 0 示 す よ う に、表 面 形 状 可 変 構 造 6 0 の 間 に 柱 体 6 2 を 設 け、複 数 の 柱 体 6 2 で 表 面 部 6 4 を 支 持 す る 構 成 で あ っ て も よ い。図 1 1 は 図 1 0 の B - B 断 面 の 概 略 図 で あり。こ の 場 合、表 面 形 状 可 変 構 造 6 0 を つ な ぐ 連 結 孔 が 拡 大 し た 構 成 と な り、内 部 空 間 2 4 に お け る 圧 力 を 均 一 に 保 ち や す く な る の で、複 数 の 表 面 形 状 可 変 構 造 6 0 の 同 時 制 御 を 簡 単 に で き る。

## 【 0 0 4 5 】

本開示の一態様の概要は、次の通りである。本開示のある態様の表面形状可変構造は、部材に形成された内部空間と、内部空間の少なくとも一部を覆う表面部と、を備える。表面部は、内部空間側から力を受けて、内部空間に対して、凸形状から凹形状に、または、凹形状から凸形状に変化する。

【0046】

この態様によると、内部空間側から力を受けて表面部が凸形状または凹形状に変化する。表面形状可変構造が設けられる部材は、樹脂材料以外にも金属材料などを用いて形成可能であり、材料選択の自由度が高い。また、部材自体の形状は変化しないので、さまざまな機械部品などに組み込み可能であり汎用性が高い。

【0047】

表面部は、内部空間において変化する圧力により形状が変化してもよい。この場合、簡易な構成で内部空間の圧力を変えて表面部の形状を制御できる。

【0048】

内部空間に設けられて表面部を押し引きするアクチュエータをさらに備えてもよい。この場合、表面部を変形させる応答速度を上げることができる。

【0049】

表面部は、凸形状の状態では部材の表面から突出してもよい。この場合、表面形状可変構造が設けられている部材表面の摩擦係数を制御できる。

【0050】

表面部は、凸形状の状態では部材の表面から突出しない位置に設けられてもよい。この場合、表面形状可変構造が設けられている部材が、潤滑油などの流体を介して他の部材と接触する構成において、表面部の形状変化により部材間の流体の厚さを調整して接触状態を制御できる。

【0051】

表面部は、中央部と、内周縁が中央部の外周縁につながる環状部とを備え、中央部および環状部は、それぞれ独立して内部空間に対して凸形状または凹形状に変化してもよい。この場合、表面部の形状が3段階で変化するので、表面の摩擦係数や部材間の流体の厚さを3段階以上で制御できる。

【符号の説明】

【0052】

10、30、40、50、60 表面形状可変構造、 20 窪み部、 22、32、42、52、64 表面部、 46 アクチュエータ、 54 中央部、 56 環状部

。

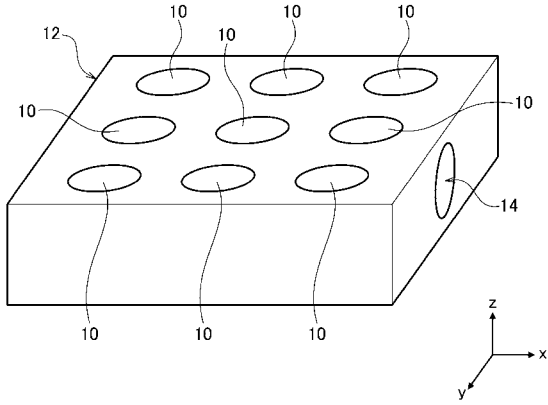
10

20

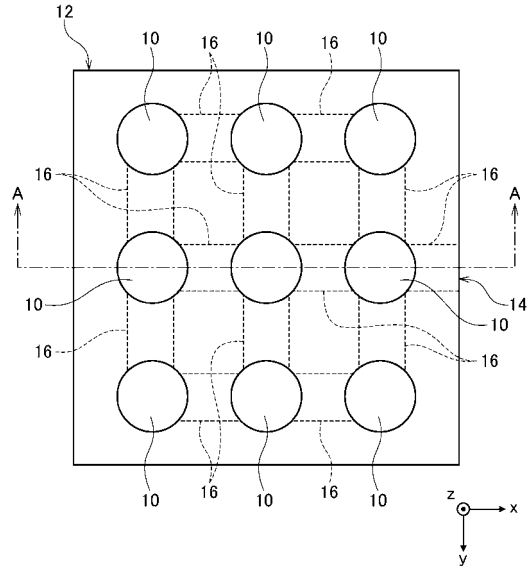
30



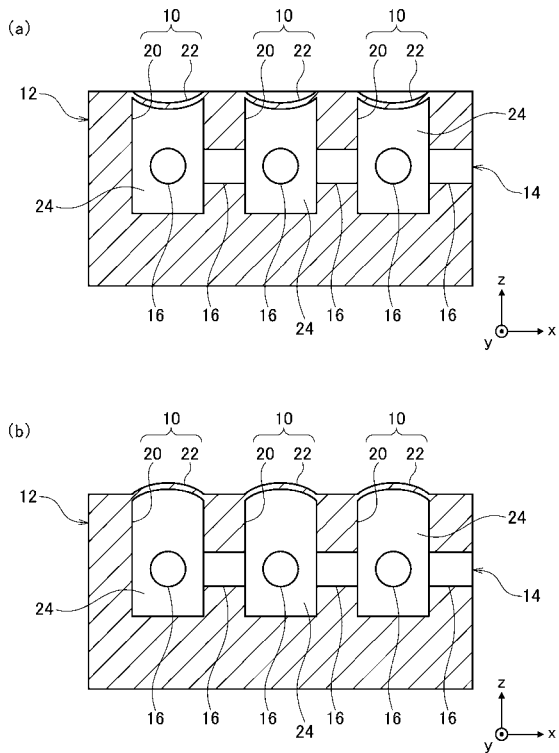
【 図 1 】



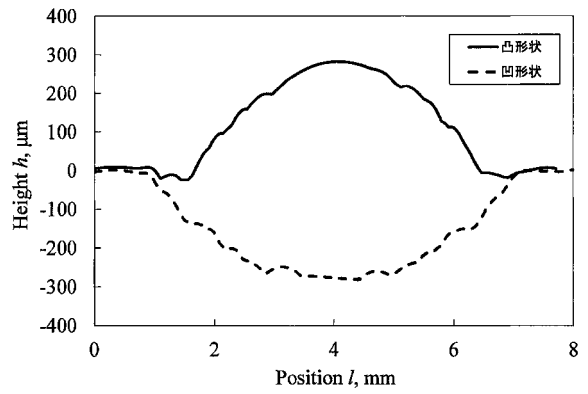
【 図 2 】



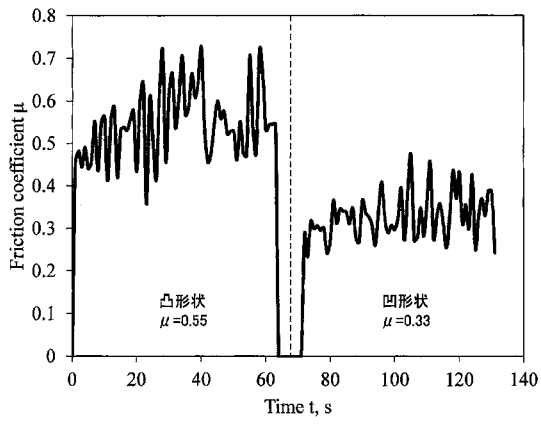
【 図 3 】



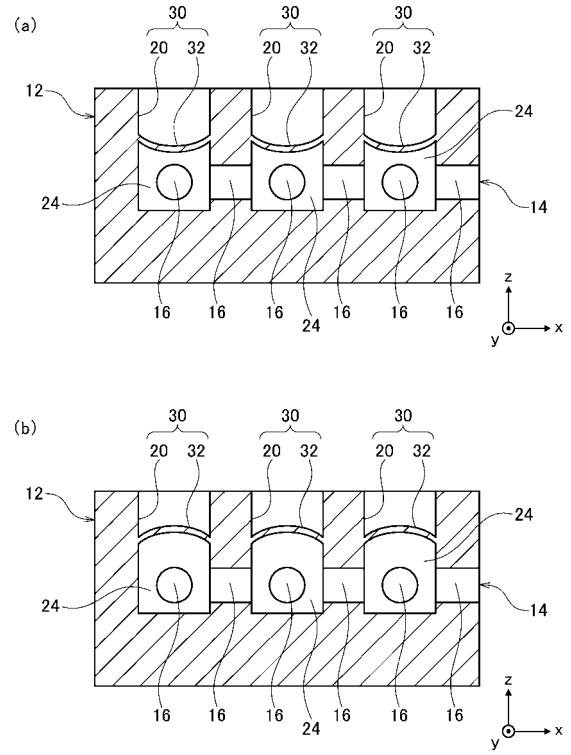
【 図 4 】



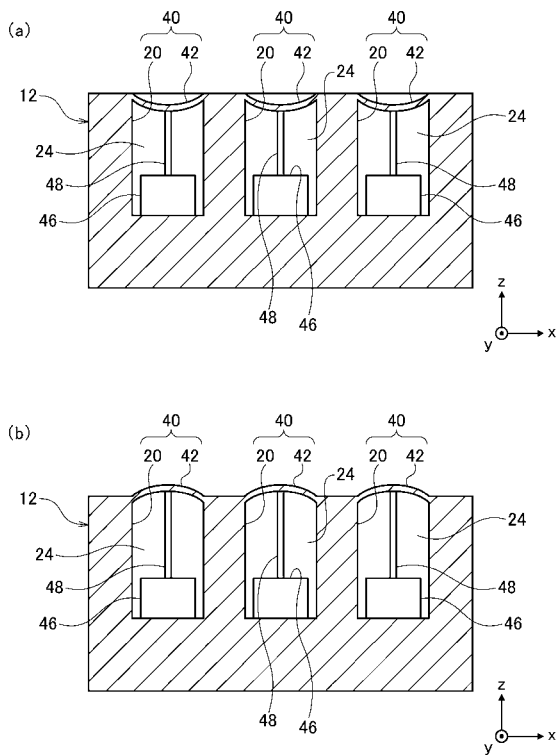
【 図 5 】



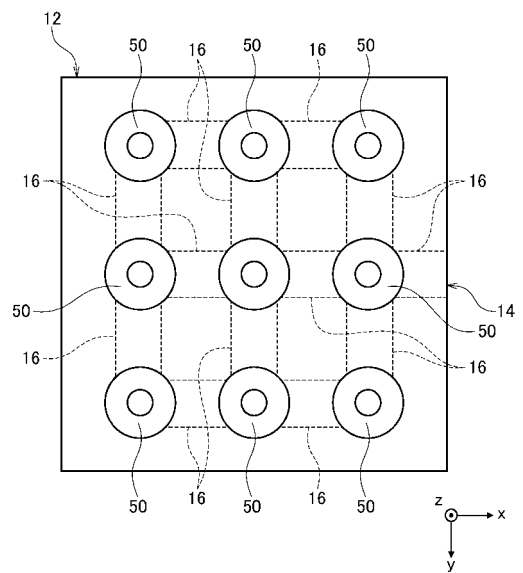
【 図 6 】



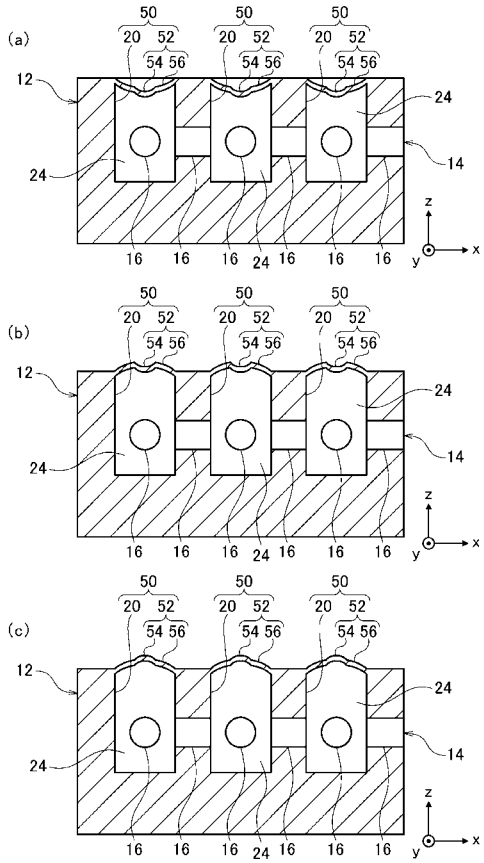
【 図 7 】



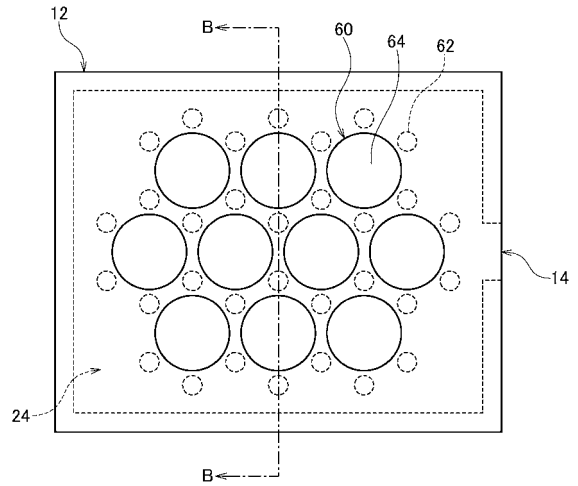
【 図 8 】



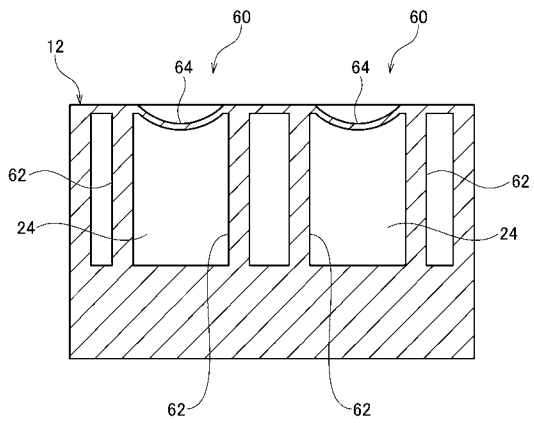
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2E220 AA45 AC13 BA01 BB14 EA02 GA06X GA26X GB01X GB32X  
3C707 DS01 ES11 EV10  
3F024 AA12 DA01 DA11