

(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2017-207209

(P2017-207209A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/10 (2006.01)	F 1 6 C 33/10	Z 3 J 0 1 1
F 1 6 C 17/04 (2006.01)	F 1 6 C 17/04	Z 3 J 0 4 1
F 1 6 J 15/34 (2006.01)	F 1 6 J 15/34	G
	F 1 6 J 15/34	H

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-140667 (P2017-140667)	(71) 出願人	000101879
(22) 出願日	平成29年7月20日 (2017. 7. 20)		イーグル工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2015-537632 (P2015-537632) の分割	(74) 代理人	100098729
原出願日	平成26年9月3日 (2014. 9. 3)		弁理士 重信 和男
(31) 優先権主張番号	特願2013-192868 (P2013-192868)	(74) 代理人	100163212
(32) 優先日	平成25年9月18日 (2013. 9. 18)		弁理士 溝渕 良一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100204467
			弁理士 石川 好文
		(74) 代理人	100148161
			弁理士 秋庭 英樹
		(74) 代理人	100156535
			弁理士 堅田 多恵子
		(74) 代理人	100195833
			弁理士 林 道広

最終頁に続く

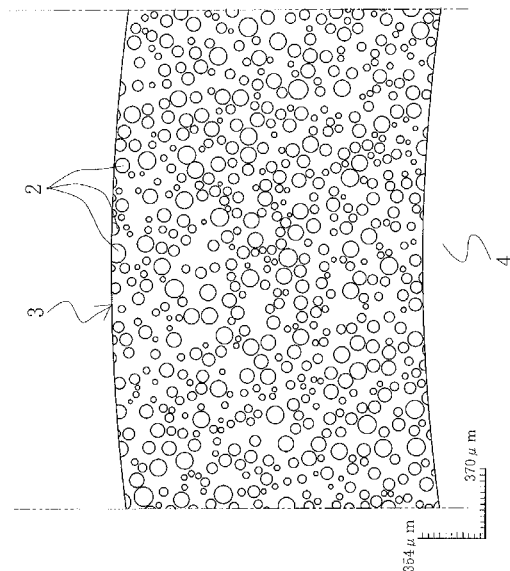
(54) 【発明の名称】 しゅう動部品

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】しゅう動面に設けられるディンプルをランダムに配置することにより、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲においてしゅう動特性を向上することができるしゅう動部品を提供する。

【解決手段】しゅう動部品の内周側又は外周側に連通する複数のディンプル2をしゅう動面に配置することにより、しゅう動特性を向上する。互いに相対的にしゅう動するしゅう動面をそれぞれ有する一対のしゅう動部品において、一対のしゅう動部品の少なくとも一つは、環状体からなり、そのしゅう動面には複数のディンプル2が形成され、複数のディンプル2は、しゅう動部品の内周側に連通するように配置されたディンプルを含んでいることを特徴とするしゅう動部品。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに相対的にしゅう動するしゅう動面をそれぞれ有する一对のしゅう動部品において

、

前記一对のしゅう動部品の少なくとも一つは、環状体からなり、そのしゅう動面には複数のディンプルが形成され、

前記複数のディンプルは、前記しゅう動部品の内周側に連通するように配置されたディンプルを含んでいることを特徴とするしゅう動部品。

【請求項 2】

互いに相対的にしゅう動するしゅう動面をそれぞれ有する一对のしゅう動部品において

、

前記一对のしゅう動部品の少なくとも一つは、環状体からなり、そのしゅう動面には複数のディンプルが形成され、

前記複数のディンプルは、前記しゅう動部品の外周側に連通するように配置されたディンプルを含んでいることを特徴とするしゅう動部品。

【請求項 3】

前記複数のディンプルは、円形、楕円形または長円形の平面形状を有するディンプルを含んでいることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のしゅう動部品。

【請求項 4】

前記複数のディンプルは、異なる開口径を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のしゅう動部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、たとえば、メカニカルシール、軸受、その他、しゅう動部に適したしゅう動部品に関する。特に、しゅう動面に流体を介在させて摩擦を低減させるとともに、しゅう動面から流体が漏洩するのを防止する必要がある密封環または軸受などのしゅう動部品に関する。

【背景技術】

【0002】

しゅう動部品の一例である、メカニカルシールにおいて、密封性を長期的に維持させるためには、「密封」と「潤滑」という相反する条件を両立させなければならない。特に、近年においては、環境対策などのために、被密封流体の漏れ防止を図りつつ、機械的損失を低減させるべく、より一層、低摩擦化の要求が高まっている。低摩擦化の手法としては、しゅう動面に多様なテクスチャリングを施すことで、これらの実現を図ろうとしており、例えば、テクスチャリングのひとつとしてしゅう動面にディンプルを配列したものが知られている。

【0003】

例えば、特開平 11 - 287329 号公報（以下、「特許文献 1」という。）に記載の発明は、しゅう動面に、深さの異なる多数のディンプルを形成することにより、しゅう動時に相手しゅう動面との間に介在する流体に発生する流体軸受圧力による負荷容量が、流体温度の変化に伴って一部のディンプルでは減少しても他のディンプルでは増大するので負荷容量が安定し、温度変化に拘らず常に良好なしゅう動性を維持するといった効果が得られるようにしたものである。

また、特開 2000 - 169266 号公報（以下、「特許文献 2」という。）に記載の発明は、焼結したセラミックス材料からなる下地材の表面に硬質皮膜を蒸着したしゅう動面を形成し、このしゅう動面に、多数のディンプルを有する構成とすることにより、耐摩耗性の向上を図ると共に、ディンプルによる液体潤滑性の向上を図るようにしたものである。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-287329号公報

【特許文献2】特開2000-169266号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1に記載の発明は、温度変化に拘らず常に良好なしゅう動性を維持するためにしゅう動面に設けられるディンプルの深さに着目したものであって、ディンプルの開口径のしゅう動特性（摩擦係数低減）への影響については考察されていない。

10

また、特許文献2に記載の発明は、しゅう動面にディンプルを設けることで液体潤滑性の向上を図るようにしたものであるが、特許文献1と同様、ディンプルの開口径のしゅう動特性（摩擦係数低減）への影響については考察されていない。

【0006】

本発明は、しゅう動面に設けられるディンプルをランダムに配置することにより、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲においてしゅう動特性を向上することができるしゅう動部品を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため本発明のしゅう動部品は、第1に、一对のしゅう動部品の互いに相対しゅう動する少なくとも一方側のしゅう動面にディンプルが複数配置されたしゅう動部品において、前記複数のディンプルは相互に他のディンプルと独立して設けられ、径の異なる複数のディンプルがランダムに分布するように配置されることを特徴としている。

20

第1の特徴により、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲においてしゅう動特性の向上、すなわち、摩擦係数の低減を図ることができる。

【0008】

また、本発明のしゅう動部品は、第2に、第1の特徴において、前記複数のディンプルは、開口径が30～100 μ mの範囲に設定されることを特徴としている。

第2の特徴により、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲において、より一層、しゅう動特性を向上することができる。

30

【0009】

また、本発明のしゅう動部品は、第3に、第1又は第2の特徴において、前記複数のディンプルは、深さが50～1000nmの範囲に設定されることを特徴としている。

第3の特徴により、しゅう動面における摩擦係数を低減することができる。

【0010】

また、本発明のしゅう動部品は、第4に、第1乃至第3のいずれかの特徴において、前記複数のディンプルの深さが、100～200nmの範囲に設定されることを特徴としている。

第4の特徴により、しゅう動面における極低速でのしゅう動特性を良好にすることができる。

40

【0011】

また、本発明のしゅう動部品は、第5に、第1乃至第4のいずれかの特徴において、前記複数のディンプルのしゅう動面に対する面積率が30～50%であることを特徴としている。

第5の特徴により、しゅう動面における密封と潤滑の両立を図ることができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、以下のような優れた効果を奏する。

(1) 複数のディンプルは相互に他のディンプルと独立して設けられ、径の異なる複数の

50

ディンプルがランダムに分布するように配置されることにより、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲においてしゅう動特性を向上することができる。

【0013】

(2) 複数のディンプルは、開口径が30～100 μ mの範囲に設定されることにより、しゅう動面における軸受特性数の広い範囲において、より一層、しゅう動特性を向上することができる。

【0014】

(3) 複数のディンプルは、深さが50～1000nmの範囲に設定されることにより、しゅう動面における摩擦係数を低減することができる。

【0015】

(4) 複数のディンプルの深さが、100～200nmの範囲に設定されることにより、しゅう動面における極低速でのしゅう動特性を良好にすることができる。

【0016】

(5) 複数のディンプルのしゅう動面に対する面積率が30～50%であることにより、しゅう動面における密封と潤滑の両立を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施例に係るしゅう動部品のしゅう動面の一例を説明するためのものであって、(a)はしゅう動面の平面図、(b)はA-A断面図、(c)はB-B断面図である。

【図2】本発明の実施例に係るしゅう動部品のしゅう動面にランダムに配置されたディンプルを示すしゅう動面の平面図である。

【図3】本発明の実施例に係るランダムに配置されたディンプルの径寸法分布を示す図である。

【図4】回転しゅう動試験によって得られた摩擦係数と軸受特性数Gとの関係を示す図である。

【図5】本試験に用いたしゅう動トルク計測可能な試験機を説明する概略的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置などは、特に明示的な記載がない限り、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【実施例】

【0019】

図1ないし図5を参照して、本発明の実施例に係るしゅう動部品について説明する。

【0020】

図1(a)に示すように、しゅう動部品1は環状体を成しており、通常、しゅう動部品1のしゅう動面Sの内外周の一方側に高圧の被密封流体が存在し、また、他方側は大気である。

そして、この被密封流体をしゅう動部品1を用いて効果的にシールすることができる。例えば、このしゅう動部品1をメカニカルシール装置における一对の回転用密封環及び固定用密封環の少なくともいずれか一方に用いる。回転用密封環のしゅう動面と、これに対向する固定用密封環のしゅう動面とを密接させてしゅう動面の内外周のいずれか一方に存在する被密封流体をシールする。

また、円筒状しゅう動面の軸方向一方側に潤滑油を密封しながら回転軸としゅう動する軸受のしゅう動部品として利用することも可能である。

【0021】

本実施例においては、しゅう動部品の一例であるメカニカルシールを例にして説明する

10

20

30

40

50

。また、メカニカルシールを構成するしゅう動部品の外周側を高圧流体側（被密封流体側）、内周側を低圧流体側（大気側）として説明するが、本発明はこれに限定されることなく、高圧流体側と低圧流体側とが逆の場合も適用可能である。図1においては、説明の都合上、外周側に高圧の被密封流体が存在する場合について説明する。

【0022】

図示例では、しゅう動部品1の断面形状は、図1(c)に示すように凸形状をしており、その頂面が平坦なしゅう動面Sを構成している。このしゅう動面Sには、図1(b)に示すような多数のディンプル2が独立して設けられている。これらのディンプル2は、しゅう動面Sの径方向の幅全体ではなく、高圧流体側寄りのディンプル形成域3に設けられるもので、ディンプル形成域3は高圧流体側と連通し、低圧流体側とは平坦なシール面4により隔離されている。

10

本例では、ディンプル2は、周方向に独立して等配されたディンプル形成域3に設けられる場合を示しているが、これに限らず、周方向に連続して設けられてもよい。また、本例では、しゅう動部品1は炭化珪素（SiC）より形成した。

【0023】

本発明において、「ディンプル」とは、平坦なしゅう動面Sに形成されるくぼみのことであり、その形状は特に限定されるものではない。例えば、くぼみの平面形状は円形、楕円形、長円形、もしくは多角形など種々の形が包含され、くぼみの断面形状もお椀状、または、方形など種々の形が包含される。

そして、しゅう動面Sに形成された多数のディンプル2は、このしゅう動面Sと対しゅう動する相手側しゅう動面との間に流体力学的な潤滑液膜として介入する液体の一部を保持して、潤滑液膜を安定化させる機能を有するものである。

20

【0024】

図2は、本発明の実施例に係るしゅう動部品のしゅう動面にランダムに配置されたディンプルを示すしゅう動面の平面図である。図2において、図1の符号と同じ符号は図1と同じ部材を示しており、詳しい説明は省略する。

図2において、しゅう動面に形成された複数のディンプル2は、相互に他のディンプルと独立して設けられ、開口径の異なる複数のディンプルがランダムに分布するように配置されている。ディンプルの開口径のランダム分布の手法として、本例では、乱数を使用して決定し、しゅう動面に一様に分布、すなわち、開口径の異なるディンプルの分布がしゅう動面の全体にわたって一様になるように設定した。

30

【0025】

しゅう動面にディンプルを加工する方法の一例を説明すると、次のとおりである。

- (1) 乱数を用いて金属マスクにあける孔の径と位置とを決定する。
- (2) 決定された径と位置とで金属マスクにレーザ加工などで孔をあける。
- (3) ランダムに孔のあけられた金属マスクを対象となるしゅう動部品のしゅう動面上に設置する。
- (4) 金属マスクの上からフェムト秒レーザを照射したり、イオンエッチングなどで金属マスクの孔を利用してしゅう動面にディンプルを形成する。しゅう動面には、開口径の異なるディンプルが所定の分布をもって一様に配置される。

40

【0026】

図3は、本発明の実施例に係るランダムに配置されたディンプル2の径寸法分布を示す図である。

本例では、複数のディンプル2の開口径は、30～100μmの範囲に分布されている。また、開口径の小さいディンプル2の方が開口径の大きいディンプル2よりも相対的に多く分布している。

複数のディンプル2の開口径のランダムに分布は、しゅうどう面の軸受特性数G（流体の粘度×速度/荷重）などに応じて設定されるものであり、図3は、開口径が30～100μm混合ディンプルにおける好適な一例を示したものである。

【0027】

50

実施例及び比較例に用いたしゅう動部品の諸元を以下の表 1 に示す。

実施例においては、ディンプル 2 の開口径が 30 ~ 100 μm の範囲にランダムに分布された混合ディンプルを用いた。

また、比較例として、ディンプル 2 の開口径がそれぞれ 50 μm 、75 μm 及び 100 μm の 3 種類であって、しゅう動面に一様に分布された単一のディンプルを用いた。

さらに、複数のディンプル 2 の深さは、実施例及び比較例共に、極低速でのしゅう動特性が良好な 100 nm を採用した。

なお、複数のディンプル 2 の深さは、摩擦係数低減の面から 50 ~ 10000 nm の範囲内に設定されることが好ましいが、極低速でのしゅう動特性を重視する場合には、100 ~ 200 nm の範囲内に設定されることが好ましい。

また、密封と潤滑の両立を図るため、複数のディンプルのしゅう動面に対する面積率は 40 % を採用したが、これに限らず 30 ~ 50 % でもよい。

【表 1】

	実施例	比較例
しゅう動面の内径	$\phi 18\text{mm}$	$\phi 18\text{mm}$
しゅう動面の幅	1.8mm	1.8mm
ディンプル面積率	40%	40%
ディンプル開口径	$\phi 30\sim 100\mu\text{m}$ 混合	$\phi 50\mu\text{m}$ 、 $\phi 75\mu\text{m}$ 、 $\phi 100\mu\text{m}$
ディンプル深さ	100nm	100nm

【0028】

実施例及び比較例の試験条件を以下の表 2 に示す。

【表 2】

しゅう動材組合せ	SiC (ディンプル加工) × SiC (無加工)
取付荷重	25N
周速	0.0m/sec → 10.0m/sec
圧力	0.15MPaG (外周側)
温度	60°C
密封流体	JIS K2234LLC 50%水溶液

【0029】

図 4 は、回転しゅう動試験によって得られた摩擦係数と軸受特性数 G との関係を示す図である。

図 4 において、試験における回転数域において、ディンプルの開口径が 50 μm 、75 μm 、100 μm の比較例においては、軸受特性数 G の値が 7.6×10^{-8} を超える範囲で、ディンプルの開口径が大きいほど摩擦係数が下がることが分かる。また、各ディンプルの開口径において、流体潤滑遷移点 (以下、「Gc 点」という。) が存在し、50 μm 、75 μm 、100 μm の比較例においては、ディンプルの開口径が小さくなるほど Gc 点が低 G 側にシフトし、さらに Gc 点における摩擦係数が低くなっていることが分かる。

また、ディンプルの開口径が $30 \sim 100 \mu\text{m}$ 混合の実施例においては、 G 値が約 6.0×10^{-8} を超える範囲では、径が $100 \mu\text{m}$ の時とほとんど同じ摩擦係数を示し、それ以下では、 G_c 点の低 G 側へのシフト化、さらに G_c 点における摩擦係数が低下しており、広い範囲の回転数域で摩擦係数低減に効果があることが分かる。

なお、本試験において試験中にしゅう動面からの漏れは生じていない。

【0030】

次に、図5を参照しながら、本試験に用いたしゅう動トルク計測可能な試験機10を説明する。

試験機10の本体部分には、固定環11をパネ12を介して非回転状態に支持するケーシング13と、このケーシング13の内周に回転自在に挿通された回転軸14と、この回転軸14の外周に支持された、固定環11と軸方向に対向される回転環15とを備え、回転環15、ケーシング13、回転軸14で囲まれた密封空間には密封対象液Lが封入される。

10

【0031】

本試験機10の特徴として、両側の軸受部分16に静圧気体軸受を採用し、メカニカルシールのしゅう動トルクを精度良く計測できるようになっている。また、トルクは、トルクメータ17および、カンチレバー方式によるロードセル18の2種類の方法で計測し、ダブルチェックにより計測ミスをなくすようにしている。

【0032】

本発明の実施の形態に係るしゅう動部品の作用・効果は以下のとおりである。

20

(1) 試験における回転数域において、ディンプルの開口径が $50 \mu\text{m}$ 、 $75 \mu\text{m}$ 、 $100 \mu\text{m}$ の比較例においては、軸受特性数 G の値が 7.6×10^{-8} を超える範囲で、ディンプルの開口径が大きいほど摩擦係数が下がり、また、ディンプルの開口径が小さくなるほど流体潤滑遷移点(以下、「 G_c 点」という。)が低 G 側にシフトし、さらに G_c 点における摩擦係数が低くなる傾向を持つのに対し、ディンプルの開口径が $30 \sim 100 \mu\text{m}$ 混合の実施例においては、 G 値が約 6.0×10^{-8} を超える範囲では、径が $100 \mu\text{m}$ の時とほとんど同じ摩擦係数を示し、それ以下では、 G_c 点の低 G 側へのシフト化、さらに G_c 点における摩擦係数が低下しており、広い範囲の回転数域で摩擦係数低減に効果がある。

(2) 複数のディンプル2の深さは、摩擦係数低減の面から $50 \sim 1000 \text{nm}$ の範囲内に設定されることが好ましいが、 $100 \sim 200 \text{nm}$ の範囲内に設定することにより、極低速でのしゅう動特性を良好にすることができる。

30

(3) 複数のディンプルのしゅう動面に対する面積率を $30 \sim 50\%$ の範囲内に設定することにより、密封と潤滑の両立を図ることができる。

【0033】

以上、本発明の実施の形態を実施例により説明してきたが、具体的な構成はこれら実施例の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更や追加があっても本発明に含まれる。

【0034】

例えば、前記実施例では、しゅう動部品をメカニカルシール装置における一对の回転用密封環及び固定用密封環の少なくともいずれか一方に用いる例について説明したが、円筒状しゅう動面の軸方向一方側に潤滑油を密封しながら回転軸としゅう動する軸受のしゅう動部品として利用することも可能である。

40

【0035】

また、例えば、前記実施例では、外周側に高圧の被密封流体が存在する場合について説明したが、内周側が高圧流体の場合にも適用でき、その場合、ディンプルを内周側に連通させて配設すればよい。

【0036】

また、例えば、前記実施例では、複数のディンプルは、開口径が $30 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲に設定され、その開口径の小さいディンプルの方が径の大きいディンプルよりも相対的

50

に多く分布されている場合を説明したが、これらは好ましい1つの例を示したものであり、これらに限定されず、開口径の異なる複数のディンプルがランダムに分布されて混合されていることが重要であり、分布の割合は、しゅうどう面の軸受特性数 G (流体の粘度 \times 速度 / 荷重) に応じて最適な値に設定されればよい。

【0037】

また、例えば、前記実施例では、複数のディンプルの深さとして100nmを採用した場合について説明したが、これに限定されず、50～1000nmの範囲から選定されてもよく、また、極低速でのしゅう動特性を良好にするには100～200nmの範囲に設定されるのが望ましい。

【0038】

また、例えば、前記実施例では、密封と潤滑の両立を図る観点から、複数のディンプルのしゅう動面に対する面積率として40%を採用した場合について説明したが、これに限定されず、30～50%の範囲でもよい。

【符号の説明】

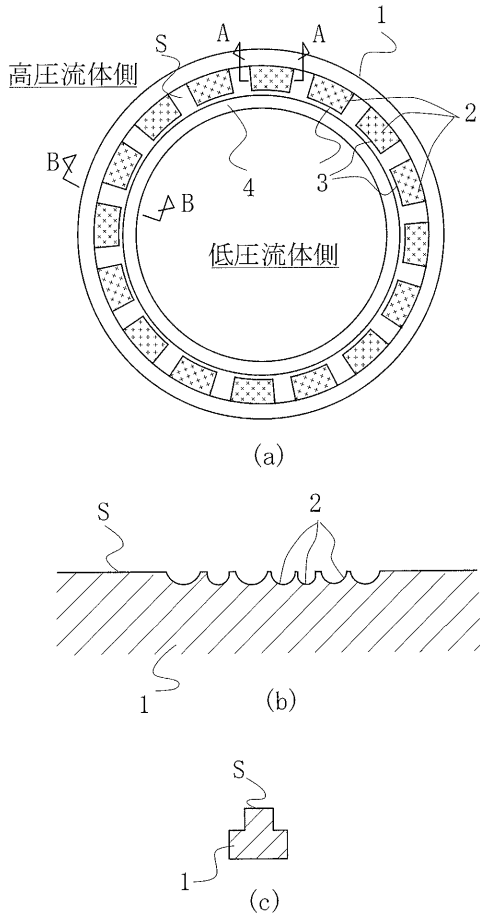
【0039】

- | | |
|----|----------|
| 1 | しゅう動部品 |
| 2 | ディンプル |
| 3 | ディンプル形成域 |
| 4 | シール面 |
| 10 | 試験機 |
| 11 | 固定環 |
| 12 | バネ |
| 13 | ケーシング |
| 14 | 回転軸 |
| 15 | 回転環 |
| 16 | 軸受部分 |
| 17 | トルクメータ |
| 18 | ロードセル |
| S | しゅう動面 |

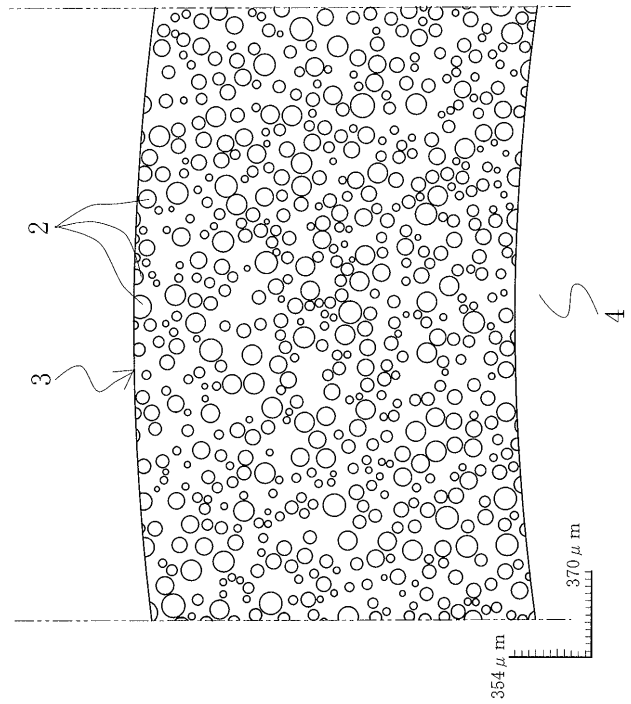
10

20

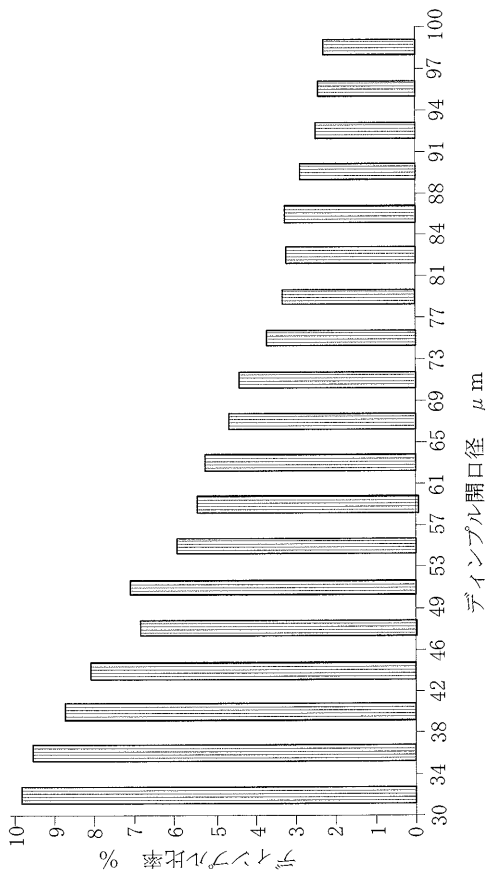
【図1】



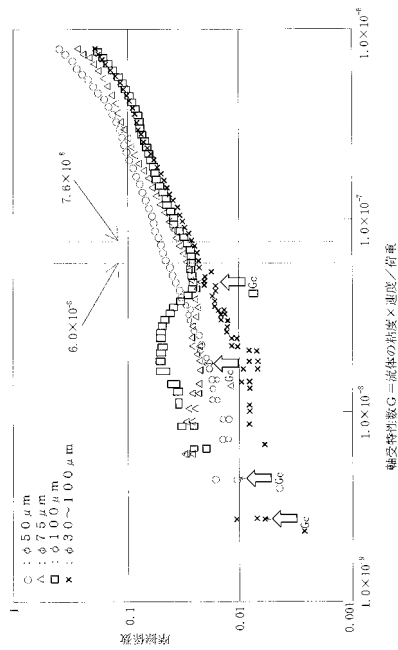
【図2】



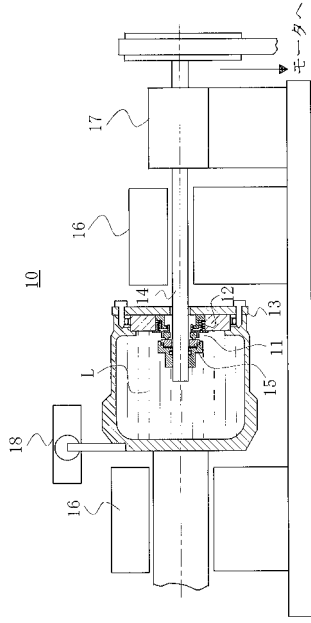
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 井上 秀行
東京都港区芝大門一丁目12番15号 イーグル工業株式会社内
- (72)発明者 根岸 雄大
東京都港区芝大門一丁目12番15号 イーグル工業株式会社内
- (72)発明者 細江 猛
東京都港区芝大門一丁目12番15号 イーグル工業株式会社内
- (72)発明者 徳永 雄一郎
東京都港区芝大門一丁目12番15号 イーグル工業株式会社内
- Fターム(参考) 3J011 AA07 BA09 CA10 JA02 KA03 MA02 PA02 RA03
3J041 BC03 DA06