

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7027717号

(P7027717)

(45)発行日 令和4年3月2日(2022.3.2)

(24)登録日 令和4年2月21日(2022.2.21)

(51)国際特許分類

F I

G 1 0 H 1/34 (2006.01)

G 1 0 H 1/34

H 0 1 H 13/48 (2006.01)

H 0 1 H 13/48

請求項の数 18 (全24頁)

(21)出願番号	特願2017-148774(P2017-148774)	(73)特許権者	000001443
(22)出願日	平成29年8月1日(2017.8.1)		カシオ計算機株式会社
(65)公開番号	特開2019-28327(P2019-28327A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43)公開日	平成31年2月21日(2019.2.21)	(74)代理人	110001254
審査請求日	令和2年7月9日(2020.7.9)		特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72)発明者	久野 俊也
			東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシ
			オ計算機株式会社 羽村技術センター内
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反力発生装置及び電子鍵盤楽器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

弾性変形可能な材料で中空に形成された弾性中空体と、
前記弾性中空体の外表面に突出して前記弾性中空体の弾性により少なくとも第1方向及び
前記第1方向とは異なる第2方向に傾動可能な自由先端を有する突起部と、
を備え、

前記弾性中空体の物理的寸法及び材料特性の少なくとも一方が、前記突起部が外力を受け
ていない中立位置にあるときの前記自由先端から前記弾性中空体の底部に向かう仮想中心
線に対して非対称であり、前記突起部が外力を受けて前記中立位置から前記第1方向に傾
くことで生じる第1反力と、前記突起部が外力を受けて前記中立位置から前記第2方向に
傾くことで生じる第2反力とが前記仮想中心線に対して非対称である、反力発生装置。

【請求項2】

前記弾性中空体は、前記仮想中心線に対して前記第1方向にある第1部分と前記仮想中心
線に対して前記第2方向にある第2部分とが互いに異なる形状となるように形成されてい
るか、あるいは、前記第1部分と前記第2部分とが互いに異なる材質で形成されている、
請求項1に記載の反力発生装置。

【請求項3】

前記弾性中空体は、前記第1部分と、前記第2部分とで、その前記形状である肉厚、外観
形状、内部形状及び前記材質である材料、密度、のうち少なくともいずれか一つが異なる
ように形成されている、請求項2に記載の反力発生装置。

【請求項 4】

前記突起部が前記第 1 方向への第 1 の力の大きさの外力を受けて前記中立位置から前記第 1 方向に傾くことで生じる前記第 1 反力と、前記突起部が前記第 2 方向への前記第 1 の力の大きさの外力を受けて前記中立位置から前記第 2 方向に傾くことで生じる前記第 2 反力とが前記仮想中心線に対して非対称である、請求項 2 又は請求項 3 に記載の反力発生装置。

【請求項 5】

前記弾性中空体は、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が、前記突起部が前記第 1 方向に傾いた場合と、前記突起部が前記第 2 方向に傾いた場合とで異なるように、前記弾性中空体における前記第 1 部分と前記第 2 部分とで、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されている、請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

10

【請求項 6】

前記弾性中空体は、前記第 1 方向への外力が前記突起部に加わった場合及び前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記突起部の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならないように形成されている、請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

【請求項 7】

前記弾性中空体は、初期状態において凸状に湾曲するドーム形状に形成されており、前記弾性中空体は、前記第 1 方向への外力が前記突起部に加わった場合及び前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記突起部の変位量が所定量となった時点で、前記弾性中空体における前記第 1 部分及び前記第 2 部分のうち少なくともいずれか一方が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されている、請求項 2 から請求項 6 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

20

【請求項 8】

前記弾性中空体は、前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合には前記突起部の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならず、前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合には前記突起部の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加となるように形成されている、請求項 2 から請求項 7 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

【請求項 9】

前記弾性中空体は、前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合には前記突起部の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならず、前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合には前記突起部の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加となり、かつ、前記第 2 方向への外力が前記突起部に加わった場合における前記弾性中空体の反力が前記第 1 方向への外力が前記突起部に加わった場合における前記弾性中空体の反力よりも小さくなるように形成されている、請求項 2 から請求項 8 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

30

【請求項 10】

前記弾性中空体は、前記突起部に加わる外力により、前記突起部が前記第 1 方向及び前記第 2 方向を含む 3 つ以上の複数の方向のそれぞれに傾く場合で、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が異なるように、前記弾性中空体における前記 3 つ以上の複数の方向にそれぞれ対応する複数の部分で、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されている、請求項 2 から請求項 9 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の反力発生装置と、

押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵と、

前記鍵の動きに伴って移動する操作子と、

を有し、

前記操作子は、押鍵操作に応じて前記突起部を前記第 1 方向に押圧し、離鍵操作に応じて前記突起部を前記第 2 方向に押圧するような位置に配置される電子鍵盤楽器。

50

【請求項 1 2】

前記操作子は、前記押鍵操作に応じて前記突起部を前記第 1 方向に押圧する際、ある時点で前記突起部を乗り越えた状態となり、この状態からの離鍵操作に応じて前記突起部を前記第 2 方向に押圧し、ある時点で前記突起部を乗り越えた状態となるように位置及び移動量が設定される請求項 1 1 に記載の電子鍵盤楽器。

【請求項 1 3】

押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵と、

前記鍵の動きに伴って移動する操作子と、

弾性変形可能な材料により初期状態において凸状に湾曲する中空のドーム形状に形成された弾性中空体と、前記弾性中空体の外表面に突出する突起部と、を有する反力発生装置と、を備え、

前記突起部の自由端から前記弾性中空体に向かう方向を第 1 方向とした場合、押鍵操作に応じて前記鍵が移動した際に、前記第 1 方向とは異なる第 2 方向から前記操作子が前記突起部を押圧することで前記突起部が第 1 位置側に傾くような位置に前記操作子及び前記反力発生装置を配置し、

前記押鍵操作による前記操作子の変位量が所定量となった時点で、前記弾性中空体における前記第 1 位置側の部分が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されている電子鍵盤楽器。

【請求項 1 4】

前記弾性中空体は、前記第 1 位置側の部分と、前記第 1 位置側とは異なる第 2 位置側の部分とで、肉厚、外観形状、内部形状、材料、密度、のうち少なくともいずれか一つが異なるように形成されている請求項 1 3 に記載の電子鍵盤楽器。

【請求項 1 5】

前記弾性中空体は、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が、前記突起部が前記第 1 位置側に傾いた場合と、前記突起部が前記第 1 位置側とは異なる第 2 位置側に傾いた場合とで異なるように、前記弾性中空体における前記第 1 位置側の部分と前記第 2 位置側の部分とで、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されている請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載の電子鍵盤楽器。

【請求項 1 6】

前記弾性中空体は、前記第 2 方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合及び前記第 2 方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならないように形成されている請求項 1 3 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の電子鍵盤楽器。

【請求項 1 7】

前記弾性中空体は、初期状態において凸状に湾曲するドーム形状に形成されており、

前記弾性中空体は、前記第 2 方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合及び前記第 2 方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記操作子の変位量が所定量となった時点で、前記弾性中空体における前記第 1 位置側の部分及び前記第 2 位置側の部分のうち少なくとも一方が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されている請求項 1 4 又は請求項 1 5に記載の電子鍵盤楽器。

【請求項 1 8】

前記弾性中空体は、前記第 1 方向とは異なる方向であって、前記第 2 方向及び前記第 2 方向を含む 3 つ以上の複数の方向のそれぞれから前記操作子が前記突起部に作用した場合で、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が異なるように、前記弾性中空体における前記 3 つ以上の複数の方向にそれぞれ対応する複数の部分で、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されている請求項 1 3 から請求項 1 7 のいずれか一項に記載の電子鍵盤楽器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、反力発生装置及び電子鍵盤楽器に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、ゴム等の弾性体を用いた反力発生装置が広く知られている。

このような反力発生装置では、例えば、弾性材料によりドーム状の中空体を形成し、その外表面に剛性の高い突起部を設けて、この突起部をドーム状の中空体を潰す方向に押圧することにより、ある時点において中空体の外郭が座屈して大きな反力を発生させる。

こうした反力発生装置では、中空体の外郭が座屈する直前までは徐々に荷重が高まっていき、座屈した後に荷重が急峻に増加から減少に転じるという特徴があり、このときの荷重の変化を一般に「クリック感」と称する。

10

【 0 0 0 3 】

このような構造は一般に主としてキーボード用の電氣的なスイッチに適用されることが多く、例えばドーム状の中空体内部に構成された突起にカーボン等の導電部材を取り付け、中空体の外郭が座屈した瞬間に中空体の下に設けられた回路基板等の接点と接触することによって導通が発生する。この場合、ユーザとしては、指先でクリック感を感じたときにスイッチングが行われるため、スイッチ動作が確実に行われたことを感覚的に認識することができる。

【 0 0 0 4 】

ところで、アコースティックの鍵盤楽器においては、鍵を押し下げたときに鍵と連動して動作するハンマーが打弦することで音を発生させるが、鍵盤を徐々に押し下げていくと、ハンマーが打弦する位置において荷重が大きく上昇した後荷重が急激に下がる（抜ける）という特有のクリック感（これを「レットオフ」という）を生じ、演奏者の指に伝わる。電子的に鍵盤楽器の音を再現する電子鍵盤楽器においても、演奏者があたかもアコースティックの鍵盤楽器を演奏しているかのような感覚で演奏できるように、こうした独特なクリック感（レットオフ）を再現する工夫が行われており、弾性体を用いた反力発生装置を電子鍵盤楽器に組み込むことも提案されている）。

20

【 0 0 0 5 】

例えば、特許文献 1 には、弾性部又は突起部を有する移動体が突起部や弾性部を乗り越えて移動する際のクリック感を利用してクリック感（レットオフ）を再現する構成が開示されており、特許文献 2 には、ゴム等の弾性材料によりドーム状に形成された弾性体に荷重を加えていったときに、ある所定の荷重がかかった時点で急激にドーム状の弾性体が座屈して反力が変化することを利用してクリック感（レットオフ）を再現する構成が開示されている。

30

また、特許文献 2 には、ドーム状の弾性体が変形した際に進入することのできる収容部を設けることで、大きな変形ストローク量を得られるようにした技術が記載されている。

こうした特許文献 2 に記載の技術によれば、ドーム状の弾性体の変形ストローク量を大きくして、ある程度の大きな押し込み量を確保することが可能となる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

40

【 0 0 0 6 】

【 文献 】特開 2 0 1 0 - 2 6 2 1 2 9 号公報

特開 2 0 1 5 - 1 0 2 6 5 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記の特許文献に記載の従来技術では、ドーム状の弾性体の十分な変形ストローク量を確保した上で、弾性体の押し込み時（往路）におけるストローク - 荷重特性曲線（荷重とストローク量との関係を示す荷重曲線）と戻り時（復路）におけるストローク - 荷重特性曲線とが所望の関係となるように設計すること、（例えば、ストローク上の

50

任意の位置でクリック感（すなわち、大きな荷重・反力）を生じさせること）は難しいとの問題がある。

このことは、電子鍵盤楽器において擬似的なクリック感（レットオフ）を再現するために反力発生装置を用いる場合のみならず、例えば、電子機器のスイッチ部にクリック感を持たせるための機構等、様々な用途に反力発生装置を用いる場合においても共通する問題である。

【 0 0 0 8 】

本発明は以上のような事情に鑑みてなされたものであり、装置に対する作用方向に応じて任意の位置及び大きさの荷重を発生させることのできる反力発生装置及びこれを備える電子鍵盤楽器を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するために、本発明に係る反力発生装置は、弾性変形可能な材料で中空に形成された弾性中空体と、前記弾性中空体の外表面に突出して前記弾性中空体の弾性により少なくとも第 1 方向及び前記第 1 方向とは異なる第 2 方向に傾動可能な自由先端を有する突起部と、を備え、前記弾性中空体の物理的寸法及び材料特性の少なくとも一方が、前記突起部が外力を受けていない中立位置にあるときの前記自由先端から前記弾性中空体の底部に向かう仮想中心線に対して非対称であり、前記突起部が外力を受けて前記中立位置から前記第 1 方向に傾くことで生じる第 1 反力と、前記突起部が外力を受けて前記中立位置から前記第 2 方向に傾くことで生じる第 2 反力とが前記仮想中心線に対して非対称であることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、装置に対する作用方向に応じて任意の位置及び大きさの荷重を発生させることのできる反力発生装置及びこれを備える電子鍵盤楽器を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】（ a ）は、本実施形態における反力発生装置の平面図であり、（ b ）は、（ a ）に示す反力発生装置の断面図である。

【図 2】（ a ）は、反力発生装置と操作子との関係を示す説明図であり、（ b ）は、従来の反力発生装置の一例を示す側断面図である。

30

【図 3】（ a ）は、従来の反力発生装置におけるストローク - 荷重特性曲線の一例を示すグラフであり、（ b ）は、従来の反力発生装置の初期状態を示す模式図であり、（ c ）は、従来の反力発生装置の押し込み後の状態を示す模式図である。

【図 4】本実施形態の反力発生装置におけるストローク - 荷重特性曲線の一例を示すグラフである。

【図 5】（ a ）～（ f ）は、往路での操作子による作用と反力発生装置の変形の仕方を示す説明図である。

【図 6】（ a ）～（ f ）は、復路での操作子による作用と反力発生装置の変形の仕方を示す説明図である。

40

【図 7】反力発生装置の一変形例におけるストローク - 荷重特性曲線の一例を示すグラフである。

【図 8】（ a ）～（ f ）は、図 7 に対応した操作子による作用と反力発生装置の変形の仕方を示す説明図である。

【図 9】反力発生装置の一変形例におけるストローク - 荷重特性曲線の一例を示すグラフである。

【図 10】（ a ）～（ h ）は、図 9 に対応した操作子による作用と反力発生装置の変形の仕方を示す説明図である。

【図 11】（ a ）及び（ b ）は、反力発生装置の一変形例を示す断面斜視図である。

【図 12】（ a ）及び（ b ）は、反力発生装置の一変形例を示す断面斜視図である。

50

【図 1 3】(a) ~ (i) は、反力発生装置の一変形例を示す斜視図である。

【図 1 4】本実施形態における電子鍵盤楽器の側断面図である。

【図 1 5】(a) ~ (d) は、電子鍵盤楽器に設けられる反力発生装置と操作子との関係を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図 1 (a) 及び図 1 (b) から図 6 (a) ~ 図 6 (f) を参照して、本発明に係る反力発生装置の一実施形態について説明する。

なお、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

10

【0013】

[反力発生装置の構成]

図 1 (a) は、本実施形態における反力発生装置を示す平面図であり、図 1 (b) は、図 1 に示す反力発生装置の側断面図である。

図 1 (a) 及び図 1 (b) に示すように、本実施形態における反力発生装置 1 は、中空に形成された弾性中空体 1 2 と、弾性中空体 1 2 の外表面に突出する突起部 1 4 とを備えている。

本実施形態では、反力発生装置 1 は基台部 1 1 を備え、基台部 1 1 の上に基台部 1 1 と一体的に弾性中空体 1 2 が形成されている。

本実施形態において、弾性中空体 1 2 は、例えばゴムや合成樹脂等の弾性変形可能な材料により、ほぼ半球形状のドーム型に形成されている。

20

なお、弾性中空体 1 2 を形成する材料は弾性材料であればよく、特に限定されないが、長期間繰り返しの使用に耐えられる耐久性に優れた材料で形成されることが好ましい。

【0014】

また、突起部 1 4 は台座部 1 3 を介してドーム状の弾性中空部 1 2 のほぼ頂点に配置されている。

突起部 1 4 及び台座部 1 3 は、例えば合成樹脂等で形成されている。

なお、突起部 1 4 や台座部 1 3 は、弾性中空体 1 2 と比較してある程度剛性を有するものであることが好ましく、剛性を有する樹脂によって形成したり、中実構造がとられることが好ましい。

30

【0015】

図 2 (a) は、本実施形態の反力発生装置と、突起部に作用する操作子との関係を示した説明図である。

図 2 (a) に示すように、本実施形態において、突起部 1 4 の自由端（本実施形態では図 2 (a) において上端部）から弾性中空体 1 2 に向かう方向に軸線 L を仮に設定した場合に、操作子 2 はこの軸線 L に沿う第 1 方向とは異なる方向から突起部 1 4 に作用するようになっている。

例えば、図 2 (a) では、軸線 L に沿う第 1 方向が鉛直方向である場合に、操作子 2 がこれと直交する水平方向 X（図 2 (a) において白抜き矢印で示す方向）から突起部 1 4 に作用する場合を例示している。

40

【0016】

本実施形態では、軸線 L に沿う第 1 方向とは異なるある方向（これを「第 2 方向 X 1」とする。）から操作子 2 が突起部 1 4 に作用して突起部 1 4 が操作子 2 の移動方向下流側（これを「第 1 位置側」とする。）に傾いた場合と、第 1 方向及び第 2 方向 X 1 とは異なる方向（これを「第 3 方向 X 2」とする。）から操作子 2 が突起部 1 4 に作用して突起部 1 4 が操作子 2 の移動方向下流側（これを「第 2 位置側」とする。）に傾いた場合とで異なる大きさの反力を生ずるように、弾性中空体 1 2 における、第 1 位置側の部分（これを「第 1 領域 A r 1」とする。）と、第 2 位置側の部分（これを「第 2 領域 A r 2」とする。）とで、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されている。

例えば、図 1 (b) 及び図 2 (a) では、弾性中空体 1 2 の外郭における第 1 領域 A r 1

50

は、厚肉部 1 2 1 となっており、第 2 領域 A r 2 はこれよりも肉厚の薄い薄肉部 1 2 2 となっている。

このように、弾性中空体 1 2 における第 1 領域 A r 1 の肉厚が、第 2 領域 A r 2 の肉厚よりも厚くなるように形成されていることで、操作子 2 が第 2 方向 X 1 から突起部 1 4 に作用した場合の方が操作子 2 が第 3 方向 X 2 から突起部 1 4 に作用した場合よりも反力発生装置 1 で生ずる反力が大きくなるようになっている。

なお、本実施形態では、以下の説明において、第 3 方向 X 2 が第 2 方向 X 1 とは反対の方向であり、操作子 2 が図 2 (a) において白抜き矢印で示す水平方向 X に往復移動する場合を例示するが、第 2 方向 X 1 と第 3 方向 X 2 とは、互いに異なる方向であればよく、反対方向である場合に限定されない。

【 0 0 1 7 】

また、弾性中空体 1 2 は、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合及び第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、操作子 2 の変位量と弾性中空体 1 2 の反力との関係が単純増加とならないように形成されている。

具体的には、例えば、弾性中空体 1 2 は、初期状態において図 1 (a) 等にも示すように、凸状に湾曲するドーム形状に形成されており、弾性中空体 1 2 は、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合及び第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、操作子 2 の変位量が所定量となった時点で、弾性中空体 1 2 における第 1 位置側の部分 (第 1 領域 A r 1) 及び第 2 位置側の部分 (第 2 領域 A r 2) のうち少なくともいずれか一方が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲する (すなわち、座屈する) ように形成されている。

【 0 0 1 8 】

後述するように、本実施形態では、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合及び第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合のいずれの場合にも操作子 2 の変位量と弾性中空体 1 2 の反力との関係が単純増加とならず、例えば、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合には、操作子 2 の変位量が所定量となった時点で、第 1 領域 A r 1 が押し潰されて座屈変形する。また、第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合においても、操作子 2 の変位量が所定量となった時点で、第 2 領域 A r 2 が押し潰されて座屈変形するようになっている。

【 0 0 1 9 】

図 2 (b) は、従来の反力発生装置の一例を示す側断面図である。

図 2 (b) に示す従来の反力発生装置 3 では、基台部 3 1 の上にゴム等の弾性部材で形成された弾性中空体 3 2 が設けられており、この弾性中空体 3 2 の上に突起部 3 4 が設けられている。

図 2 (b) に示す従来例では、突起部 3 4 の自由端 (本実施形態では図 2 (b) において上端部) から弾性中空体 3 2 に向かう方向に軸線 L を仮に設定した場合に、この軸線 L に沿う第 1 方向 (図 2 (b) において白抜き矢印で示す方向) に突起部 3 4 を押し込むことで反力を発生させるようになっている。

【 0 0 2 0 】

図 3 (a) は、従来の反力発生装置における変位量 (すなわち、押し込みのストローク量) と反力発生装置で発生する荷重との関係を示す特性カーブ (すなわち、「ストローク - 荷重特性曲線」、以下「荷重曲線」ともいう。) の例を表すグラフである。

図 3 (a) において横軸に変位量 (すなわち、押し込みのストローク量) をとり、縦軸に荷重をとっている。また、グラフ中、「 A 」で示す曲線は突起部 3 4 を押し込んでいく往路を示す曲線であり、「 B 」で示す曲線は突起部 3 4 を押し込み切った後、元の初期状態まで突起部 3 4 が復帰していく復路を示す曲線である。

また、図 3 (b) は、反力発生装置の突起部を押し込む前の初期状態を示し、図 3 (c) は、突起部を押し込んだ後の状態を示したものである。

【 0 0 2 1 】

ここで図 3 (a) に示すストローク - 荷重特性曲線 (荷重曲線) について、図 3 (b) 及び図 3 (c) と併せて説明する。

図 3 (b) に示す初期状態の反力発生装置 3 の突起部 3 4 を徐々に下側に押し込んでいくと、荷重が徐々に上がっていき、押し込みのストローク量が所定量に達したところで弾性中空体 3 2 の外郭が座屈する。これにより、図 3 (a) において P 1 で示すように荷重曲線にピークがあらわれる。そして、図 3 (a) において P 2 を過ぎたところで突起部 3 4 の下端が基台部 3 1 に当接して (すなわち図 3 (c) に示す状態となり) 、荷重が最大となる。その後突起部 3 4 への押し込み動作が解除されると、突起部 3 4 は基台部 3 1 から離間する方向に復帰して、荷重も徐々に下がっていく。そして、図 3 (a) において P 3 を過ぎたところで座屈した弾性中空体 3 2 の外郭が元の形状に復帰し、このとき図 3 (a) において P 4 に示すように再び荷重が大きくなる。さらに突起部 3 4 が元の初期位置まで復帰すると荷重が「 0 」となる。

10

【 0 0 2 2 】

従来例のように、軸線 L に沿う第 1 方向に突起部 3 4 を押し込むことで反力を発生させる場合、図 2 (b) 及び図 3 (b) に示すように、押し込み方向のストローク量は突起部 3 4 の下端が基台部 3 1 に当接するまでの長さ「 H 」しかない。

このように従来例の構成ではストロークが短く、ストロークの範囲内でクリック感を与える位置や荷重等を自由にコントロールすることが難しかった。

またこのような反力発生装置 3 では、往路では突起部 3 4 の下端が基台部 3 1 に当接するまで突起部 3 4 を押し込み、復路では突起部 3 4 が元の位置まで戻るという単純な往復運動をするのみである。このためストローク - 荷重特性曲線 (荷重曲線) は往路 (押し込み時) の荷重よりも復路 (初期状態への復帰時) の荷重がやや低くなるものの、両者は類似した平行するカーブを描くこととなり、往路と復路とでストローク - 荷重特性を自由にコントロールすることはできない。

20

【 0 0 2 3 】

[反力発生装置の作用]

これに対して、図 4 は、本実施形態における反力発生装置における変位 (押し込みのストローク) と反力発生装置で発生する荷重との関係を示す特性カーブ (ストローク - 荷重特性曲線 (荷重曲線)) の例を表すグラフである。

図 4 では、図 3 (a) と同様に、横軸に変位量 (すなわち、押し込みのストローク量) をとり、縦軸に荷重をとっている。また、グラフ中、「 A 」で示す曲線は、操作子 2 が第 2 方向 X 1 から突起部 1 4 に作用する場合 (すなわち、突起部 1 4 を第 2 方向 X 1 の下流側である第 1 位置側に押し込んでいく往路の場合) を示す曲線であり、「 B 」で示す曲線は、操作子 2 が第 3 方向 X 2 から突起部 1 4 に作用する場合 (すなわち、突起部 1 4 を第 3 方向 X 2 の下流側である第 2 位置側に押し込んでいく復路の場合) を示す曲線である。両者の曲線は、類似した並行するカーブを描くものではなく、往路と復路とで荷重の大小が反転する位置を有している。

30

【 0 0 2 4 】

図 5 (a) から図 5 (f) は、往路における操作子の動きと反力発生装置における弾性変形の様子を時系列にしたがって示した説明図である。

40

また、図 6 (a) から図 6 (f) は、復路における操作子の動きと反力発生装置における弾性変形の様子を時系列にしたがって示した説明図である。

【 0 0 2 5 】

本実施形態の反力発生装置 1 は、操作子 2 が第 2 方向 X 1 から突起部 1 4 に作用する往路において、操作子 2 が突起部 1 4 に接していない状態 (図 5 (a) に示す状態) から図 5 (b) に示すように突起部 1 4 に当接する位置まで移動 (変位) すると、図 4 において「 P 5 b 」で示すように、荷重がかかり始める。そして、操作子 2 の第 2 方向 X 1 の移動 (変位) に伴って、徐々に突起部 1 4 が第 2 方向 X 1 の下流側である第 1 位置側に傾いていく (図 5 (c) 等) 。

このように徐々に突起部 1 4 が第 2 方向 X 1 の下流側である第 1 位置側に傾いていくと、

50

弾性中空体 12 の第 1 領域 A r 1 が押されて変形していくため（図 5（c）等）、この変形に伴って徐々に荷重（反力）が発生する。

さらに、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空体 12 の第 1 領域 A r 1 が押し潰されて座屈変形する（図 5（d））。

本実施形態では、弾性中空体 12 の第 1 領域 A r 1 は、比較的肉厚に形成された厚肉部 121 となっているため、この第 1 領域 A r 1 で座屈変形が起こることにより、図 4 において「P5d」で示すように、ひときわ大きな荷重（反力）が生じ、その後荷重が急激に下がり、これによりクリック感が生ずる。

一旦座屈変形した弾性中空体 12 は、操作子 2 の変位（移動）に伴ってさらに押し潰されていくが（図 5（e）等）、荷重としては、徐々に下がって安定する。

そして、操作子 2 が突起部 14 に接触しない位置まで移動すると（図 5（f））、図 4 において「P5f」で示すように、荷重が「0」となる。

【0026】

次に、操作子 2 が第 3 方向 X2 から突起部 14 に作用する復路においては、本実施形態の反力発生装置 1 は、操作子 2 が突起部 14 に接していない状態（図 6（a）に示す状態）から図 6（b）に示すように突起部 14 に当接する位置まで移動（変位）すると、図 4 において「P6b」で示すように、荷重がかかり始める。

なお、このとき、操作子 2 の第 3 方向 X2 の移動（変位）に伴って、徐々に突起部 14 が第 3 方向 X2 の下流側である第 2 位置側に傾いて弾性中空体 12 の第 2 領域 A r 2 が変形していくが（図 6（c）等）、第 2 領域 A r 2 は比較的肉薄に形成された薄肉部 122 となっているため、変形に伴って生じる荷重（反力）は往路の場合よりも小さい。

そして、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空体 12 の第 2 領域 A r 2 が押し潰されて座屈変形する（図 6（d））。

なお、弾性中空体 12 の第 2 領域 A r 2 は、薄肉部 122 となっているため、この第 2 領域 A r 2 で座屈変形が起こっても、図 4 において「P6d」で示すように、第 1 領域 A r 1 で座屈変形が起こった場合ほどの大きな荷重（反力）は生じず、クリック感が生じない。一旦座屈変形した弾性中空体 12 は、操作子 2 の変位（移動）に伴ってさらに押し潰されていくが（図 6（e）等）、荷重としては、徐々に下がって安定する。

そして、操作子 2 が突起部 14 に接触しない位置まで移動すると（図 6（f））、図 4 において「P6f」で示すように、荷重が「0」となる。

【0027】

このように、本実施形態の反力発生装置 1 は、操作子 2 が突起部 14 に作用する方向により、荷重（反力）の生じ方が大きく異なり、操作子 2 が第 2 方向 X1 に移動（変位）する往路ではクリック感を発生させるが、操作子 2 が第 3 方向 X2 に移動（変位）する復路ではクリック感を発生させない。

また、弾性中空体 12 の構成（本実施形態では肉厚）を第 1 領域 A r 1 と第 2 領域 A r 2 とで変えているため、従来の反力発生装置 3 と異なり、往路におけるストローク - 荷重特性曲線（荷重曲線）と復路におけるストローク - 荷重特性曲線（荷重曲線）とが平行とならず、一部に置いて交差する特有の形状を描く。

なお、図 4 に示したストローク - 荷重特性曲線（荷重曲線）は一例である。本実施形態の反力発生装置 1 では、弾性中空体 12 の構成の仕方等により、各種任意のストローク - 荷重特性曲線（荷重曲線）となるように設定することが可能である。

【0028】

〔反力発生装置の効果〕

以上のように、本実施形態によれば、弾性変形可能な材料で中空に形成された弾性中空体 12 と、この弾性中空体 12 の外表面に突出する突起部 14 とを備える反力発生装置 1 において、突起部 14 の自由端から弾性中空体 12 に向かう方向に軸線 L を仮に設定した場合に、軸線 L に沿う第 1 方向とは異なる第 2 方向 X1 から操作子 2 が突起部 14 に作用して突起部 14 が第 1 位置側に傾いた場合と、第 2 方向 X1 とは反対の第 3 方向 X2 に操作子 2 が突起部 14 に作用して突起部 14 が第 2 位置側に傾いた場合とで異なる大きさの反

10

20

30

40

50

力を生ずるように、弾性中空体 1 2 における第 1 位置側の部分である第 1 領域 A r 1 と、第 2 位置側の部分である第 2 領域 A r 2 とで、その構成（形状又は材質）が異なるように形成している。

これにより、弾性中空体 1 2 の肉厚を部分的に変える等の簡易な手法により、操作子 2 の往路と復路とで操作子 2 のストローク量と反力発生装置 1 において発生する反力との関係を示すストローク - 荷重特性曲線を異なるようにすることができ、往路ではクリック感を生じさせ、復路ではクリック感や抵抗をできるだけ生じさせないようにする等、反力発生装置 1 の荷重特性を自在にコントロールすることができる。このため、反力発生装置 1 の用途や可能性を広げることができる。

【 0 0 2 9 】

10

また、本実施形態では、弾性中空体 1 2 は、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合及び第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合のいずれにおいても、操作子 2 の変位量と弾性中空体 1 2 の反力との関係が単純増加とならないように形成されている。

これにより、操作子 2 の変位（移動）に伴って反力発生装置 1 に生じる荷重（反力）を往路・復路ともに調整することができる。

【 0 0 3 0 】

特に、本実施形態では、弾性中空体 1 2 は、初期状態において凸状に湾曲するドーム形状に形成されており、弾性中空体 1 2 は、第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合及び第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用した場合のいずれにおいても、操作子 2 の変位量が所定量となった時点で、弾性中空体 1 2 における第 1 位置側の部分である第 1 領域 A r 1 及び前記第 2 位置側の部分である第 2 領域 A r 2 のうち少なくともい

20

ずれか一方が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されている。このように、操作子 2 の変位量（移動量）が所定量となった時点で、弾性中空体 1 2 を座屈させることで、大きな荷重（反力）の変化を生じさせることができ、クリック感を生じさせることができる。

また、座屈する部分の肉厚等を調整することで、クリック感の大きさ等を自在に調整することができる。

【 0 0 3 1 】

[反力発生装置の変形例]

30

なお、以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は、かかる実施形態に限定されず、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形が可能であることは言うまでもない。

【 0 0 3 2 】

例えば、本実施形態では、往路において第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用して突起部 1 4 を乗り越えた後、一旦突起部 1 4 から離間し突起部 1 4 に当接しない状態（荷重「0」の状態）となり、その後に復路において第 3 方向 X 2 から操作子 2 が突起部 1 4 に作用する場合を例示したが、操作子 2 は、往路と復路との間で突起部 1 4 から離間しない構成としてもよい。

【 0 0 3 3 】

例えば、図 7 は、操作子 2 が往路において一旦突起部を乗り越えたのち、突起部 1 4 から離間しないまま復路の移動を行う場合のストローク - 荷重特性曲線（荷重曲線）の一例を示したものであり、図 8（a）から図 8（f）はこの場合の反力発生装置 1 と操作子 2 との関係を示した模式図である。

40

なお、図 7 及び図 8（a）から図 8（f）に示す反力発生装置 1 の構成（形状及び材質）は、前述の実施形態で示したものと同様である。

他方、操作子 2 は、図 8（a）等に示すように突起部 1 4 に対して面で接触する形状に構成されている。

【 0 0 3 4 】

反力発生装置 1 は、操作子 2 が第 2 方向 X 1 から突起部 1 4 に作用する往路において、操作子 2 が突起部 1 4 に接していない状態（図 8（a）に示す状態）から図 8（b）に示す

50

ように突起部 14 に当接する位置まで移動（変位）すると、図 7 において「P8b」で示すように、荷重がかかり始める。そして、操作子 2 の第 2 方向 X1 の移動（変位）に伴って、徐々に突起部 14 が第 2 方向 X1 の下流側である第 1 位置側に傾いていく（図 8（c）等）。

このように徐々に突起部 14 が第 2 方向 X1 の下流側である第 1 位置側に傾いていくと、弾性中空体 12 の第 1 領域 Ar1 が押されて変形していくため（図 8（c）等）、この変形に伴って徐々に荷重（反力）が発生する。

さらに、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空体 12 の第 1 領域 Ar1 が押し潰されて座屈変形する（図 8（d））。

本実施形態では、弾性中空体 12 の第 1 領域 Ar1 は、比較的肉厚に形成された厚肉部 121 となっているため、この第 1 領域 Ar1 で座屈変形が起こることにより、図 7 において「P8d」で示すように、ひときわ大きな荷重（反力）が生じ、その後荷重が急激に下がり、これによりクリック感が生ずる。

一旦座屈変形した弾性中空体 12 は、操作子 2 の変位（移動）に伴ってさらに押し潰されていくが（図 8（e）等）、荷重としては、徐々に下がって安定する。

【0035】

そして、操作子 2 は往路におけるストロークの限界まで移動すると、突起部 14 に接触したまま移動方向を変えて、第 3 方向 X2 から突起部 14 に作用する（図 8（f））。

このように、操作子 2 が往路と復路との間で突起部 14 から離間しないまま移動（変位）の方向を切り替える構成とした場合には、図 7 において「P8f」で示すように、一定の荷重（反力）を維持したまま操作子 2 が移動方向を変えて折り返す。復路においては第 3 方向 X2 の下流側に位置する第 2 領域 Ar2 で弾性中空体 12 が座屈変形するが、図 6（d）等において説明したように、第 2 領域 Ar2 は薄肉部 122 となっているため、大きな荷重（反力）を生じさせることなく、操作子 2 は円滑に初期位置（すなわち、操作子 2 が突起部 14 に当接しない図 8（a）の位置）まで復帰する。

このように構成した場合も、往路と復路とでストローク・荷重特性曲線（荷重曲線）が大きく異なるようにして、往路だけにクリック感を生じさせることができる。

【0036】

従来手法では、操作子 2 が突起部 14 を乗り越えることでクリック感を与えるように構成されている。

これに対して、本実施形態のように、弾性中空体 12 が座屈変形することでクリック感を生じさせる場合には、必ずしも操作子 2 の往路・復路上に操作子 2 が突起部 14 を乗り越える箇所を設ける必要がない。

このため、操作子 2 を突起部 14 に接触しない位置まで移動させなくとも、図 7 及び図 8（a）～図 8（f）に示す例のように、操作子 2 が往路と復路との間で突起部 14 から離間しないまま移動（変位）の方向を切り替えるように構成することができる。

また、操作子 2 が突起部 14 に接触する前に弾性中空体 12 に座屈変形が生ずるように構成すれば、操作子 2 が突起部 14 に接触しない位置で止まり、復路を折り返すように設計することもできる。

このように、本実施形態では、従来手法と比較して反力発生装置 1 の荷重特性のコントロールの自由度が高く、組み込み先の装置の構造や用途等に応じて荷重特性を自在にコントロールすることが可能となる。

【0037】

さらに、操作子 2 における突起部 14 との当接部分の形状を変えることによってもストローク・荷重特性曲線（荷重曲線）の形状をコントロールすることができる。

例えば、図 9 は、図 7 等にしたのと同様に、操作子 2 が往路において一旦突起部を乗り越えたのち、突起部 14 から離間しないまま復路の移動を行う場合のストローク・荷重特性曲線（荷重曲線）の一例を示したものであり、図 10（a）から図 10（f）はこの場合の反力発生装置 1 と操作子 2 との関係を示した模式図である。

なお、図 9 及び図 10（a）から図 10（f）に示す反力発生装置 1 の構成（形状及び材

10

20

30

40

50

質)も、前述の実施形態で示したものと同様である。

他方、操作子2は、図10(a)等に示すように突起部14に対して面で接触する形状に構成されているとともに、突起部14に当接する面に段差部21が形成されている。なお、段差部21の形状は図示例に限定されないが、突起部14に当接させながら移動させた際に突起部14を円滑に乗り越えることができるように、段差部21の角部に多少の傾斜やR形状を設けることが好ましい。

【0038】

図10(a)等に示す反力発生装置1は、操作子2が第2方向X1から突起部14に作用する往路において、操作子2が突起部14に接していない状態(図10(a)に示す状態)から図10(b)に示すように突起部14に当接する位置まで移動(変位)すると、図9において「P10b」で示すように、荷重がかかり始める。そして、操作子2の第2方向X1の移動(変位)に伴って、徐々に突起部14が第2方向X1の下流側である第1位置側に傾いていく(図10(c)等)。

10

このように徐々に突起部14が第2方向X1の下流側である第1位置側に傾いていくと、弾性中空体12の第1領域Ar1が押されて変形していくため(図10(c)等)、この変形に伴って徐々に荷重(反力)が発生する。

さらに、操作子2の変位量(押し込みストローク量)が所定量となった時点で、弾性中空体12の第1領域Ar1が押し潰されて座屈変形する(図10(d))。

本実施形態では、弾性中空体12の第1領域Ar1は、比較的肉厚に形成された厚肉部121となっているため、この第1領域Ar1で座屈変形が起こることにより、図9において「P10d」で示すように、ひときわ大きな荷重(反力)が生じ、その後荷重が急激に下がり、これによりクリック感が生ずる。

20

一旦座屈変形した弾性中空体12は、操作子2の変位(移動)に伴ってさらに押し潰されていくが(図10(e)等)、荷重としては、徐々に下がって安定する。

【0039】

さらに、操作子2の段差部21がある場合、この段差部21が突起部14を乗り越える際に、図9において「P10f」で示すように、ひときわ大きな荷重(反力)が生じ、その後段差部21が突起部14を乗り越えると(図10(g))、荷重が急激に下がることで、多少のクリック感が生ずる。

【0040】

30

そして、操作子2は往路におけるストロークの限界まで移動すると、突起部14に接触したまま移動方向を変えて、第3方向X2から突起部14に作用する(図10(h))。

このように、操作子2が往路と復路との間で突起部14から離間しないまま移動(変位)の方向を切り替える構成とした場合には、図9において「P10h」で示すように、一定の荷重(反力)を維持したまま操作子2が移動方向を変えて折り返す。この場合も、復路においては第3方向X2の下流側に位置する第2領域Ar2で弾性中空体12が座屈変形し、また段差部21が再度突起部14を乗り越えるが、図6(d)等において説明したように、第2領域Ar2は薄肉部122となっているため、大きな荷重(反力)を生じさせることなく、操作子2は円滑に初期位置(すなわち、操作子2が突起部14に当接しない位置)まで復帰する。

40

このように構成した場合も、往路と復路とでストローク-荷重特性曲線(荷重曲線)が大きく異なるようにして、往路だけにクリック感を生じさせることができる。また、操作子2の形状を変えることで、任意の時点で複数のクリック感を生じさせることが可能となる。

【0041】

また、本実施形態では、弾性中空体12の第1領域Ar1を厚肉部121とし、第2領域Ar2は、薄肉部122とするというように、弾性中空体12の肉厚を部分的に変えることで第2方向X1から操作子2が突起部14に作用して突起部14が第1位置側に傾いた場合と、第3方向X2に操作子2が突起部14に作用して突起部14が第2位置側に傾いた場合とで異なる大きさの反力を生じさせるようにする場合を例示したが、荷重(反力)の生じ方を変える手法はこれに限定されない。

50

弾性中空体 1 2 の形状及び材質のうち少なくともいずれか一つを、第 1 位置側の部分である第 1 領域 A r 1 と、第 2 位置側の部分である第 2 領域 A r 2 と、で異なるように形成してもよい。

例えば、弾性中空体 1 2 の各領域で形状を異なるように形成する場合には、各領域の肉厚、外観形状、内部形状等を変えるようにしてもよい。

また、例えば、弾性中空体 1 2 の各領域で材質を異なるように形成する場合には、各領域を構成する材料やその密度等を変えるようにしてもよい。

なお、弾性中空体 1 2 の各領域で形状や材質を変える場合に、弾性中空体 1 2 の全体を一体的に形成するのが難しい場合には、材料、密度、形状の異なる複数の部品を組み合わせで構成してもよい。この場合には、例えば、材料、密度、形状等の異なる複数の部品を接着等の手法により接合した構成とする。

【 0 0 4 2 】

例えば弾性中空体 1 2 の各領域ごとに内部形状を変える例として、図 1 1 (a) 及び図 1 1 (b)、図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) を示す。

図 1 1 (a) 及び図 1 1 (b) は、反力発生装置 1 0 の弾性中空体 1 5 の内面に部分的にリブ状突起部 1 5 1 , 1 5 2 を設けた例を示す断面斜視図である。

図 1 1 (a) では、弾性中空体 1 5 の内面における左右方向 (図 1 1 (a) における左右方向) 全体に亘ってリブ状突起部 1 5 1 が設けられている例を示しており、図 1 1 (b) では、弾性中空体 1 5 の内面における左右方向の半分 (図 1 1 (b) における左側半分) のみにリブ状突起部 1 5 1 が設けられている例を示している。

リブ状突起部 1 5 1 , 1 5 2 が座屈する際に生ずる荷重は、リブ状突起部 1 5 1 , 1 5 2 が設けられていない部分 (薄肉部等) が座屈する際に生ずる荷重よりも大きくなる。

このため、リブ状突起部 1 5 1 , 1 5 2 を設ける位置や範囲と座屈させる方向とを適宜調整、設計することで、用途に応じた所望の荷重特性となるように調整することが可能となる。

【 0 0 4 3 】

すなわち、図 1 1 (a) に示す例では、弾性中空体 1 5 の左右方向 (図 1 1 (a) における左右方向) に弾性中空体 1 5 を押し潰し、座屈させる場合には荷重が大きくなり、これと直交する弾性中空体 1 5 の前後方向 (図 1 1 (a) における前後方向) に弾性中空体 1 5 を押し潰し、座屈させる場合には荷重が小さくなる。またその中間位置では中間的な大きさの荷重が発生する。これにより、突起部 1 4 を傾ける作用方向を変えて弾性中空体 1 5 を座屈させる方向を調整することで、複数段階の異なる荷重特性を得ることが可能となる。

また、図 1 1 (b) に示す例では、弾性中空体 1 5 の左側 (図 1 1 (b) における左側) に弾性中空体 1 5 を押し潰し、座屈させる場合には荷重が大きくなり、これとは反対の弾性中空体 1 5 の右側 (図 1 1 (b) における右側) に弾性中空体 1 5 を押し潰し、座屈させる場合には荷重が小さくなる。これにより、突起部 1 4 を傾ける作用方向を変えて弾性中空体 1 5 を座屈させる方向を調整することで、異なる荷重特性を得ることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

さらに、図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) は、反力発生装置 1 0 の弾性中空体 1 5 の内面に弾性中空体 1 5 の高さ方向に延在し下端が基台部 1 1 上に接するような板状突起部 1 5 3 を部分的に設けた例を示すものであり、図 1 2 (a) は、側面方向の断面斜視図であり、図 1 2 (b) は、弾性中空体 1 5 を斜め下方から見た場合の断面斜視図である。

図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) では、弾性中空体 1 5 の内面における左右方向のほぼ半分 (図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) における左側半分) のみに板状突起部 1 5 3 が設けられている例を示している。

図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) に示すように、弾性中空体 1 5 の設置面を構成する基台部 1 1 の上面に底付きするような板状突起部 1 5 3 を設けた場合には、この板状突起部 1 5 3 が存する側に弾性中空体 1 5 を押し潰し、座屈させようとすると、操作荷重が劇的に上昇する。

10

20

30

40

50

このため、板状突起部 1 5 3 を設ける位置や範囲と座屈させる方向とを適宜調整、設計することで、用途に応じた所望の荷重特性となるように調整することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

また、本実施形態では、弾性中空体 1 2 がほぼ半球形状のドーム型である場合を例示したが、弾性中空体 1 2 の具体的な外観形状はこれに限定されず、目的とするストローク - 荷重特性に応じて適宜設計されるものであり、各種の形状を用いることが可能である。

例えば、図 1 3 (a) に示すように、反力発生装置 1 a の弾性中空体 1 2 a を高さの低い円盤状としてもよい。

本実施形態では、突起部 1 4 と弾性中空体 1 2 a とを結ぶ軸線 L に沿う第 1 方向とは異なる方向から突起部 1 4 を押圧して反力を発生させるため、図 1 3 (a) に示すように弾性中空体 1 2 a の高さが低い場合でも、軸線 L に沿う第 1 方向から押圧する場合と比較して十分なストローク量を確保することができ、反力発生装置 1 a として十分に機能させることができる。

【 0 0 4 6 】

また、例えば、図 1 3 (b) に示すように、弾性中空体 1 2 b を円筒状とした反力発生装置 1 b でもよい。なお、図 1 3 (b) では、弾性中空体 1 2 b の上面の外周縁を切り欠いて傾斜面 1 7 b を設けているが、傾斜面 1 7 b を設けない構成としてもよい。また、傾斜面 1 7 b の代わりに R を設けてもよい。

また、例えば、図 1 3 (c) に示すように、弾性中空体 1 2 c を円筒の外周に傾斜面 1 7 c を有する円錐状とした反力発生装置 1 c でもよい。

さらに、図 1 3 (d) に示すように、弾性中空体 1 2 d が角柱状である反力発生装置 1 d でもよいし、図 1 3 (e) に示すように、弾性中空体 1 2 d を角柱の外周に傾斜面 1 7 e を有する角錐状とした反力発生装置 1 e でもよい。なお、弾性中空体 1 2 は、四角柱状や四角錐状でなくてもよく、各種の多角柱状又は多角錐状でもよい。

また、例えば、図 1 3 (f) に示すように、弾性中空体 1 2 f を直方体状とした反力発生装置 1 f でもよく、この場合に、図 1 3 (g) に示すように、反力発生装置 1 g の突起部 1 4 が弾性中空体 1 2 g の上面の中心側ずれた位置に配置されていてもよい。

また、例えば、図 1 3 (h) に示すように、弾性中空体 1 2 h が複数の円筒を組み合わせた形状となっている反力発生装置 1 h であってもよいし、図 1 3 (i) に示すように、弾性中空体 1 2 i が外周に傾斜面 1 7 i を有する複数の円錐を組み合わせた形状となっている反力発生装置 1 i であってもよい。この場合の円筒や円錐は同じ大きさのものの組み合わせでもよいし、異なる大きさのものの組み合わせでもよい。また 2 つの組み合わせに限定されず、3 つ以上を組み合わせたものであってもよい。

【 0 0 4 7 】

また、弾性中空体 1 2 の高さや突起部 1 4 からの長さを部分的に変えることで荷重特性の調整を行ってもよい。

例えば、弾性中空体 1 2 の高さが低い方が、弾性中空体 1 2 が押圧されて変形したり座屈した際に発生する荷重を低く抑えることができる。また、突起部 1 4 から弾性中空体 1 2 の周縁部までの長さを長くした方が、弾性中空体 1 2 が押圧されて変形したり座屈した際に発生する荷重を低く抑えることができる。

【 0 0 4 8 】

また、ここに例示した手法の他、弾性中空体 1 2 を形成する材料の材質を部分的に変えて剛性の高い部分と低い部分とを作ること、弾性中空体 1 2 のうち第 1 位置側の部分である第 1 領域 A r 1 と、第 2 位置側の部分である第 2 領域 A r 2 とで、荷重特性が異なるようにしてもよい。

さらに、弾性中空体 1 2 の形状である肉厚、外観形状、内部形状及び弾性中空体 1 2 の材質である材料、密度等といった各種の要素のうちの全部又は一部を組み合わせ、反力発生装置 1 の荷重特性の調整を行ってもよい。

【 0 0 4 9 】

さらに、反力発生装置 1 の弾性中空体 1 2 の形状等を変えるだけでなく、これに加えて、

10

20

30

40

50

突起部 1 4 に作用させる操作子 2 の形状や操作子 2 を作用させる方向を変えてもよい。操作子 2 側の条件をも変えることで、反力発生装置 1 の荷重特性の調整をよりバリエーション豊富なものとすることができる。

【 0 0 5 0 】

さらに、弾性中空体 1 2 の形状等を変えることに加えて、突起部 1 4 の形状や剛性、設ける位置等を調整してもよい。突起部 1 4 の形状等も調整することで、ストローク - 荷重特性をより細かく自由に設定することができる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態では、操作子 2 の往路と復路という 2 方向においてストローク - 荷重特性が変わるように反力発生装置 1 を構成する場合を例示したが、ストローク - 荷重特性が

10

変わる方向は 2 方向に限定されない。反力発生装置 1 を各種のスイッチ装置等に適用する場合に、弾性中空体 1 2 を 3 つ以上の領域に分割し、各領域で形状や材質が異なるように形成することにより、3 方向以上の多方向においてストローク - 荷重特性を変えることができ、バリエーション豊かなスイッチング操作を実現することも可能となる。

例えば、弾性中空体 1 2 を 4 方向に分割した第 1 領域から第 4 領域までの各領域で形状や材質が異なるように形成してもよい。この場合、反力発生装置 1 をゲームのコントローラなどの前後左右の 4 方向に操作するような装置に適用することで、各方向に対して異なる操作感を与えることが可能になる。

また、弾性中空体 1 2 を、形状や材質の異なる複数の領域に明確に分割しなくとも、弾性中空体 1 2 の異なる方向に対して徐々に形状や材質を変化させるように構成してもよい。

20

【 0 0 5 2 】

[反力発生装置を含む電子鍵盤楽器の構成例]

次に、図 1 4 及び図 1 5 を参照しつつ、上述の反力発生装置 1 を電子鍵盤楽器に適用した場合の構成例について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 1 4 は、本実施形態における電子鍵盤楽器の側断面図である。

本実施形態の電子鍵盤楽器 5 は、例えば電子ピアノやキーボード等の電子鍵盤楽器である。図 1 4 に示すように、電子鍵盤楽器 5 は、上述の反力発生装置 1 と、押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵 5 5 と、この鍵 5 5 の動きに伴って移動（変位）する操作子 2 と、を備えている。

30

電子鍵盤楽器 5 は、ケース 5 1 内に楽器本体 5 3 が収容されたものであり、楽器本体 5 3 は、鍵盤シャーシ 5 4 上に配列された多数の鍵 5 5（白鍵 5 5 a 及び黒鍵 5 5 b）を備えている。

各鍵 5 5 の後端部は鍵盤シャーシ 5 4 の後端部に設けられた鍵支持部 5 4 1 に回転軸 5 4 2 を介して回転可能に取り付けられている。また、鍵盤シャーシ 5 4 には、複数の鍵 5 5 それぞれに対応するハンマー部材 7 が軸部材 7 4 を介して回転自在に取り付けられている。

【 0 0 5 4 】

ハンマー部材 7 は、アーム状のハンマー本体 7 1 と、その一端側に設けられた錘部 7 2 と、ハンマー本体 7 1 の他端側に設けられた係止部 7 3 と、を有している。

40

各ハンマー部材 7 の係止部 7 3 は、それぞれ対応する鍵 5 5 の前端側に係止されている。鍵 5 5 を押し下げる押鍵操作が行われると、鍵 5 5 の前端側が回転軸 5 4 2 を回転中心として下方に回転するとともに、当該鍵 5 5 の前端側に係止されているハンマー部材 7 の係止部 7 3 が押し下げられ、ハンマー本体 7 1 が軸部材 7 4 を回転中心として錘部 7 2 が上昇する方向に回転する。また、押鍵操作が止んで離鍵すると、ハンマー本体 7 1 は錘部 7 2 の自重によって下方に回転し、楽器本体 5 3 内に設けられたハンマー載置部 5 3 1 上に錘部 7 2 が載置される初期位置に復帰するように構成されている。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態における楽器本体 5 3 には、図 1（a）及び図 1（b）等にしたような弾性中空体 1 2 と突起部 1 4 を有する反力発生装置 1 が設けられている。

50

ハンマー部材 7 のハンマー本体 7 1 上であって押鍵操作に応じて反力発生装置 1 の突起部 1 4 を第 2 方向 X 1 に押圧し、離鍵操作に応じて突起部 1 4 を第 3 方向 X 2 に押圧するような位置には、操作子 2 が配置されている。

本実施形態において操作子 2 は、突起部 1 4 と接する自由端側がほぼ L 字状のフック形状となっている。

なお、操作子 2 は、突起部 2 を確実に押圧することのできるものであればよく、その形状は図 1 4 等に図示した例に限定されない。

また、操作子 2 を設ける位置等も図示例には限定されない。

【 0 0 5 6 】

具体的には、本実施形態の電子鍵盤楽器 5 は、上記のように、押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵 5 5 と、これら鍵 5 5 の動きに伴って移動する操作子 2 と、弾性変形可能な材料により初期状態において凸状に湾曲する中空のドーム形状に形成された弾性中空体 1 2 及び弾性中空体の外表面に突出する突起部 1 4 を有する反力発生装置 1 と、を備えている。そして、突起部 1 4 の自由端から弾性中空体 1 2 に向かう方向に軸線 L を仮に設定した場合、押鍵操作に応じて鍵 5 5 が移動した際に、軸線 L に沿う第 1 方向とは異なる第 2 方向 X 1 から操作子 2 が突起部 1 4 を押圧することで突起部 1 4 が第 1 位置側に傾くような位置に操作子 2 及び反力発生装置 1 を配置し、押鍵操作による操作子 2 の変位量が所定量となった時点で、弾性中空体 1 2 における第 1 位置側の部分である第 1 領域 A r 1 が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲する（すなわち座屈変形する）ように形成されている。

なお、ここでは、図 1 (a) 及び図 1 (b) 等に示した反力発生装置 1 を電子鍵盤楽器 5 に適用した場合を例として説明するが、電子鍵盤楽器 5 に適用可能な反力発生装置 1 はこれに限定されず、上記変形例として説明したものやその他各種の形状・構成を有する反力発生装置 1 を適用することができる。

【 0 0 5 7 】

[反力発生装置を含む電子鍵盤楽器の作用・効果]

図 1 5 (a) から図 1 5 (d) は、反力発生装置 1 及びハンマー部材 7 に設けられた操作子 2 の動作を説明する模式的な説明図である。

図 1 5 (a) は、ハンマー部材 7 が錘部 7 2 の自重によって下方方向に回動し、ハンマー載置部 5 3 1 上に錘部 7 2 が載置されている初期位置にある状態を示している。

この状態では、ハンマー本体 7 1 に設けられた操作子 2 は反力発生装置 1 の突起部 1 4 に接触せず、何ら反力は発生しない。

【 0 0 5 8 】

図 1 5 (b) は、押鍵操作が行われて、操作子 2 が反力発生装置 1 の突起部 1 4 を第 2 方向 X 1 に押圧する方向に揺動する様子を示している。

図 1 5 (b) に示すように、操作子 2 が突起部 1 4 に当接すると、突起部 1 4 が操作子 2 の移動方向（ここでは第 2 方向 X 1 ）の下流側である第 1 位置側に押されて傾いていく。そして、操作子 2 の第 2 方向 X 1 の移動（変位）に伴って、突起部 1 4 は徐々に第 2 方向 X 1 の下流側である第 1 位置側に傾いていき、弾性中空体 1 2 の第 1 領域 A r 1 も徐々に押し潰されて変形していく。そして、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空部 1 2 における第 1 領域 A r 1 が座屈変形する。

弾性中空体 1 2 の第 1 領域 A r 1 は、比較的肉厚に形成された厚肉部 1 2 1 となっているため、この第 1 領域 A r 1 で座屈変形が起こることにより、図 4 において「 P 5 d 」で示すように、ひときわ大きな荷重（反力）が発生し、その後荷重（反力）は大きく低下して安定する（図 4 参照）。このような急激な荷重（反力）の上昇とその後の急激な低下によってクリック感が生じ、電子鍵盤楽器 5 における擬似的なレットオフ（クリック感）を演奏者に感じさせることができる。

その後、操作子 2 は突起部 1 4 を乗り越えて突起部 1 4 から離間する。操作子 2 が突起部 1 4 に接触しない位置まで移動すると、図 4 において「 P 5 f 」で示すように、荷重が「 0 」となる。

【 0 0 5 9 】

また、図 1 5 (c) は、押鍵操作が止んで離鍵した際（離鍵操作の際）の動作を示したものである。

離鍵操作時には、前述のように、錘部 7 2 の自重によってハンマー本体 7 1 が下方方向に回転する。これに伴って操作子 2 も第 3 方向 X 2 に変位（移動）し、図 1 5 (c) に示すように操作子 2 が第 3 方向 X 2 から突起部 1 4 に当接する。

このような操作子 2 の第 3 方向 X 2 の移動（変位）に伴って、徐々に突起部 1 4 が第 3 方向 X 2 の下流側である第 2 位置側に傾いていき、弾性中空体 1 2 の第 2 領域 A r 2 も徐々に押し潰されて変形していく。そして、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空部 1 2 における第 2 領域 A r 2 が座屈変形する。

弾性中空体 1 2 の第 2 領域 A r 2 は、比較的肉厚の薄い薄肉部 1 2 2 となっているため、この第 2 領域 A r 2 で座屈変形が起こってもそれほど大きな荷重（反力）は発生しない（例えば図 4 における「P 6 b」参照）。

これにより、離鍵時にはクリック感（レットオフ）を生じずに、操作子 2 は突起部 1 4 を乗り越えて突起部 1 4 から離間する。

そして、図 1 5 (d) に示すように、操作子 2 が突起部 1 4 に接触しない位置まで移動すると、図 4 において「P 6 f」で示すように、荷重が「0」となる。

【 0 0 6 0 】

このように、電子鍵盤楽器 5 に本実施形態の反力発生装置 1 を適用した場合には、操作子 2 が第 2 方向 X 1 に移動（変位）する往路では、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空部 1 2 における第 1 領域 A r 1 が座屈変形して大きな荷重（反力）を生じさせ、その後急激に荷重が低下することで、演奏者の指にはこれが擬似的なレットオフ（クリック感）として伝わる。

他方、本実施形態では操作子 2 が第 3 方向 X 2 に移動（変位）する復路でも、操作子 2 の変位量（押し込みストローク量）が所定量となった時点で、弾性中空部 1 2 における第 2 領域 A r 2 が座屈変形するが、薄肉部 1 2 2 で構成されている第 2 領域 A r 2 が座屈しても大きな荷重（反力）は生じず、ほとんどクリック感を発生させないとともに、操作子 2 は大きな抵抗を受けることなく円滑に突起部 1 4 を乗り越えて初期位置に復帰する。

このため、押鍵時及び離鍵時に演奏者はアコースティックピアノを演奏している場合と酷似した演奏感を体感することができる。

また、離鍵時には操作子 2 及びこれを備えるハンマー部材 7 が円滑に初期位置に復帰することができるため、例えば鍵 5 5 を連打するような奏法を行う場合でも、スムーズな演奏を行うことができる。

【 0 0 6 1 】

また本実施形態では、操作子 2 は、押鍵操作に応じて突起部 1 4 を第 2 方向 X 1 に押圧する際、ある時点で突起部 1 4 を乗り越えた状態となり、この状態からの離鍵操作に応じて突起部 1 4 を第 3 方向 X 2 に押圧し、ある時点で再び突起部 1 4 を乗り越えた状態となるように、その位置（電子鍵盤楽器 5 内における配置）及び移動量が設定される。

これにより、押鍵時及び離鍵時に操作子 2 が確実に反力発生装置 1 の突起部 1 4 に作用することができ、演奏者にアコースティックピアノを演奏している場合と同様の手ごたえを感じさせることができる。

【 0 0 6 2 】

以上本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施形態に限定するものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

以下に、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲に記載した発明を付記する。付記に記載した請求項の項番は、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲の通りである。

〔付記〕

< 請求項 1 >

弾性変形可能な材料で中空に形成された弾性中空体と、

10

20

30

40

50

前記弾性中空体の外表面に突出する突起部と、
を備え、

前記弾性中空体は、前記突起部の自由端から前記弾性中空体に向かう第1方向とは異なる第2方向から操作子が前記突起部に作用して前記突起部が第1位置側に傾いた場合と、前記第1方向及び前記第2方向とは異なる第3方向から前記操作子が前記突起部に作用して前記突起部が第2位置側に傾いた場合とで異なる大きさの反力を生ずるように、前記弾性中空体における前記第1位置側の部分と前記第2位置側の部分とで、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されていることを特徴とする反力発生装置。

<請求項2>

前記弾性中空体は、前記第1位置側の部分と、前記第2位置側の部分とで、その前記形状である肉厚、外観形状、内部形状及び前記材質である材料、密度、のうち少なくともいずれか一つが異なるように形成されていることを特徴とする請求項1に記載の反力発生装置。

10

<請求項3>

前記弾性中空体は、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が、前記突起部が前記第1位置側に傾いた場合と、前記突起部が前記第2位置側に傾いた場合とで異なるように、前記弾性中空体における前記第1位置側の部分と前記第2位置側の部分とで、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の反力発生装置。

<請求項4>

前記弾性中空体は、前記第1方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合及び前記第2方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならないように形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の反力発生装置。

20

<請求項5>

前記弾性中空体は、初期状態において凸状に湾曲するドーム形状に形成されており、
前記弾性中空体は、前記第1方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合及び前記第2方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合のうち少なくともいずれか一方の場合に、前記操作子の変位量が所定量となった時点で、前記弾性中空体における前記第1位置側の部分及び前記第2位置側の部分のうち少なくともいずれか一方が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の反力発生装置。

30

<請求項6>

前記弾性中空体は、前記第1方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合には前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならず、前記第2方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合には前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加となるように形成されていることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の反力発生装置。

<請求項7>

前記弾性中空体は、前記第1方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合には前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加とならず、前記第2方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合には前記操作子の変位量と前記弾性中空体の反力との関係が単純増加となり、かつ、前記第2方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合における前記弾性中空体の反力が前記第1方向から前記操作子が前記突起部に作用した場合における前記弾性中空体の反力よりも小さくなるように形成されていることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の反力発生装置。

40

<請求項8>

前記弾性中空体は、前記第1方向とは異なる方向であって、前記第2方向及び前記第3方向を含む3つ以上の複数の方向のそれぞれから前記操作子が前記突起部に作用した場合で、前記突起部の傾きによる移動量と反力との関係が異なるように、前記弾性中空体におけ

50

る前記 3 つ以上の複数の方向にそれぞれ対応する複数の部分で、形状及び材質のうち少なくとも一方が異なるように形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の反力発生装置。

< 請求項 9 >

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の反力発生装置と、
押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵と、
前記鍵の動きに伴って移動する前記操作子と、
を有し、
前記操作子は、押鍵操作に応じて前記突起部を前記第 1 方向に押圧し、離鍵操作に応じて前記突起部を前記第 2 方向に押圧するような位置に配置されることを特徴とする電子鍵盤楽器。

10

< 請求項 10 >

前記操作子は、前記押鍵操作に応じて前記突起部を前記第 1 方向に押圧する際、ある時点で前記突起部を乗り越えた状態となり、この状態からの離鍵操作に応じて前記突起部を前記第 2 方向に押圧し、ある時点で前記突起部を乗り越えた状態となるように位置及び移動量が設定されることを特徴とする請求項 9 に記載の電子鍵盤楽器。

< 請求項 11 >

押鍵時及び離鍵時に揺動する複数の鍵と、
前記鍵の動きに伴って移動する前記操作子と、
弾性変形可能な材料により初期状態において凸状に湾曲する中空のドーム形状に形成された弾性中空体と、前記弾性中空体の外表面に突出する突起部と、を有する反力発生装置と、
を備え、
前記突起部の自由端から前記弾性中空体に向かう方向を第 1 方向とした場合、押鍵操作に応じて前記鍵が移動した際に、前記第 1 方向とは異なる第 2 方向から前記操作子が前記突起部を押圧することで前記突起部が第 1 位置側に傾くような位置に前記操作子及び前記反力発生装置を配置し、
前記押鍵操作による前記操作子の変位量が所定量となった時点で、前記弾性中空体における前記第 1 位置側の部分が、初期状態における凸状の湾曲とは逆方向に屈曲するように形成されていることを特徴とする電子鍵盤楽器。

20

【符号の説明】

30

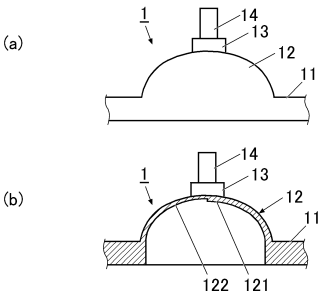
【0063】

- 1 反力発生装置
- 2 操作子
- 5 電子鍵盤楽器
- 7 ハンマー部材
- 12 弾性中空体
- 14 突起部
- 121 厚肉部
- 122 薄肉部

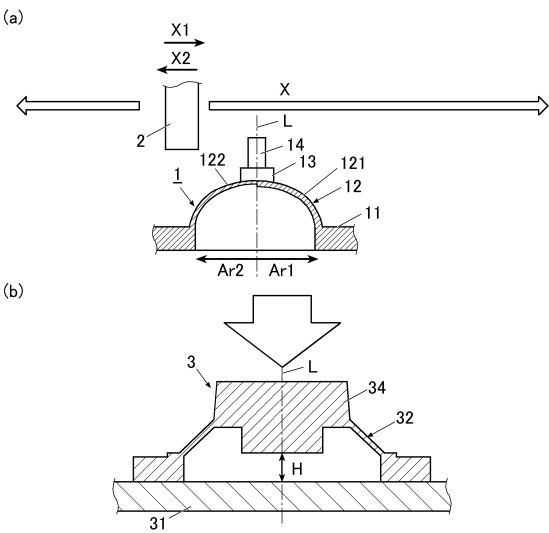
40

【図面】

【図 1】

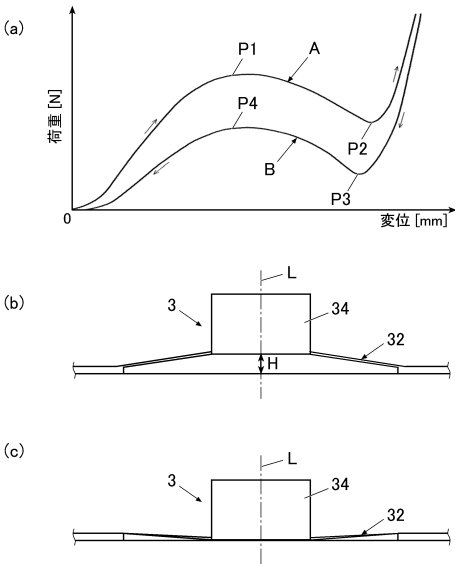


【図 2】

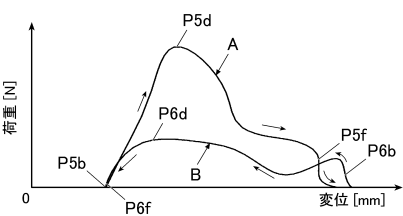


10

【図 3】



【図 4】



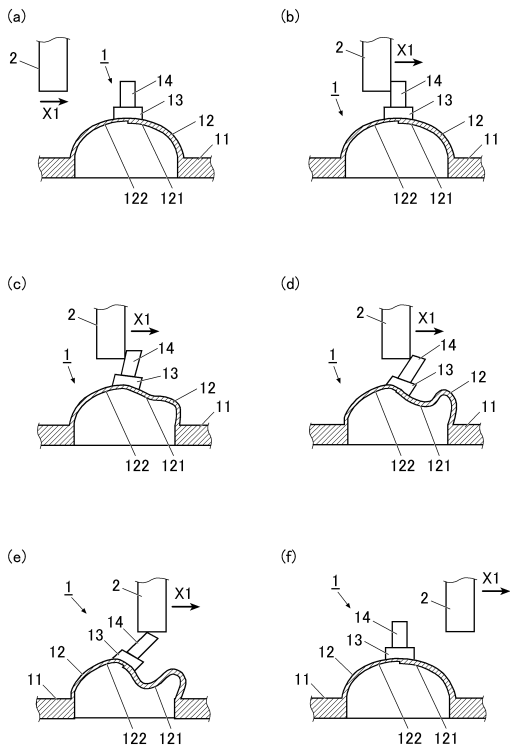
20

30

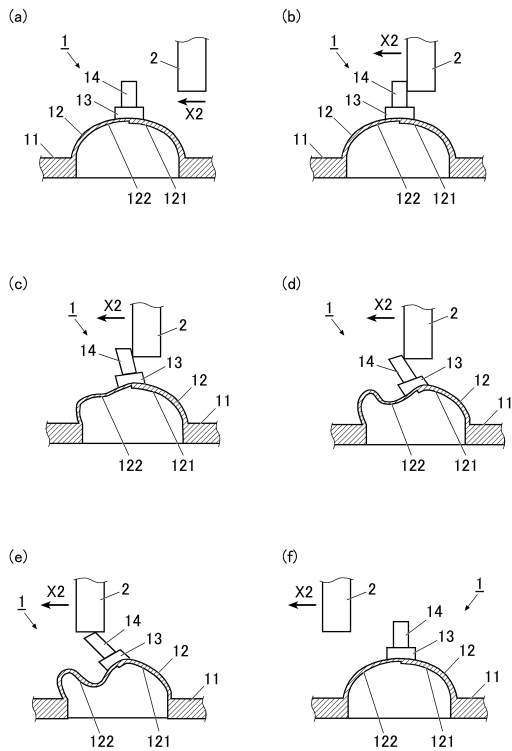
40

50

【図 5】



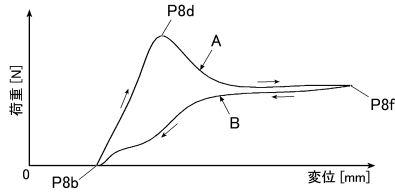
【図 6】



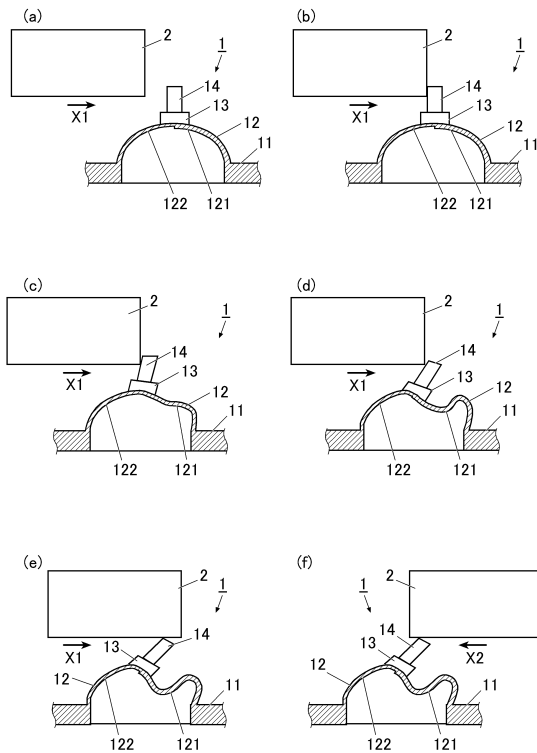
10

20

【図 7】



【図 8】

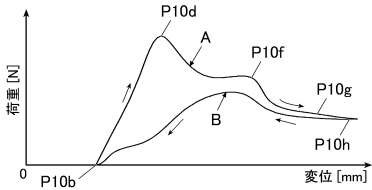


30

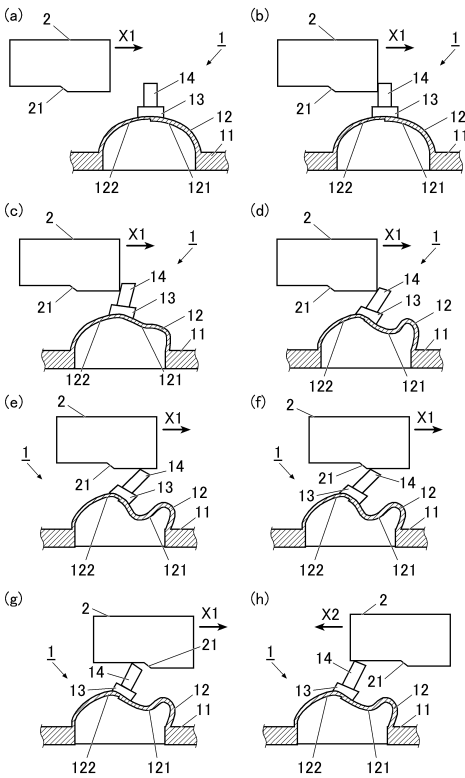
40

50

【図 9】



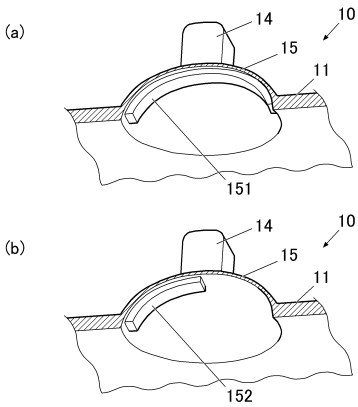
【図 10】



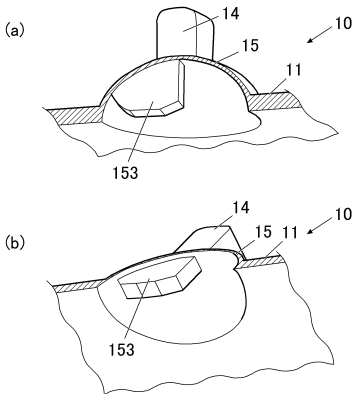
10

20

【図 11】



【図 12】

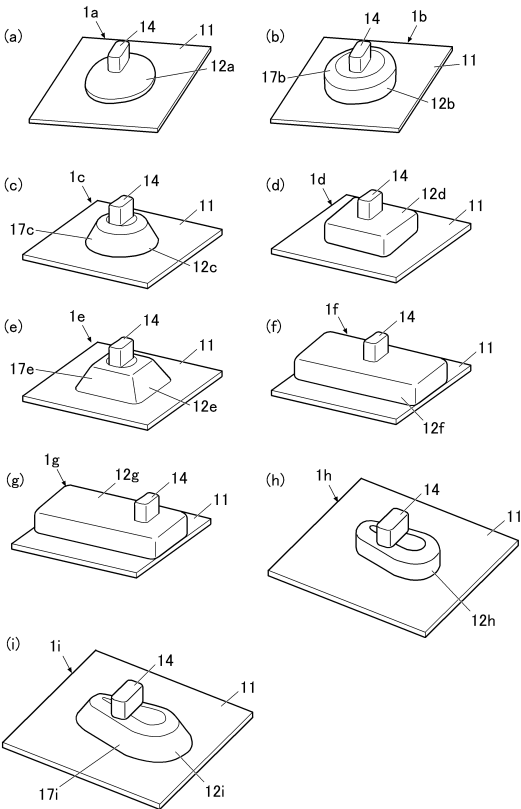


30

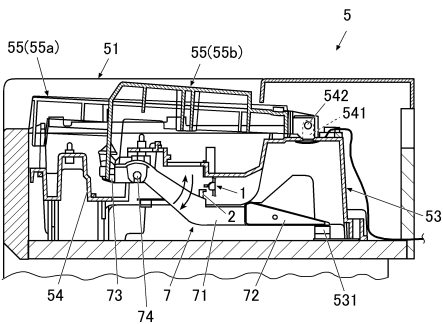
40

50

【 図 1 3 】



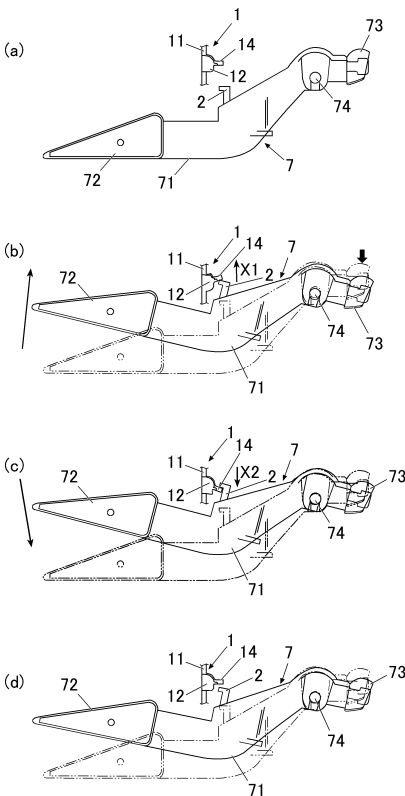
【 図 1 4 】



10

20

【 図 1 5 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 4 5 5 2 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 1 0 2 6 5 6 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 5 / 1 9 0 1 7 7 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 8 - 1 5 8 0 6 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 1 0 H 1 / 3 4
 H 0 1 H 1 3 / 4 8